94.0.0008

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF

Juin 1993 **HN 46-R-01**

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT)

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE / CENTRE DE NORMALISATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF

Juin 1993 **HN 46-R-01-1**

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 1 : Dispositions générales

CENTRE DE NORMALISATION

EDF
Electricité de France

Direction des Etudes et Recherches

Service Information, Prospective et Normalisation

PAGE BLANCHE

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF **HN 46-R-01-1**
Juin 1993

Titre

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 1 : Dispositions générales

(General guidelines for the design and manufacturing of control, protection and telecommunication equipment for electrical networks - Part 1 : General requirements)

Nombre de pages 27 (y compris annexes)

Type Spécification technique

Document(s) associé(s) Remplace le projet HN 46-R-01 de Janvier 1990

Résumé La HN 46-R-01 se présente sous la forme d'un recueil en 6 parties (HN 46-R-01-1 à HN 46-R-01-6) précisant l'ensemble des directives générales de conception et de construction des matériels de contrôle-commande des réseaux électriques.

Elle regroupe en un document unique les règles ou spécifications nécessaires à l'établissement des clauses techniques des contrats entre client et fournisseur. Il fait très largement référence aux normes internationales de la CEI, aux normes nationales de la série NF C pour les matériels électriques, et aux normes nationales de la série NF EN 29000 publiées par l'AFNOR pour l'Assurance Qualité.

Auteurs Cette spécification a été rédigée par un groupe de travail composé de :

M. AUGER	DER-IPN animateur	P. LEBRETON	DPT-SPT
JL. BERGEROT	DPT-STET	D. MONTEIL	DE-SQR
P. ASSAILLY	DPT-CERT	C. REY	DE-SEPTEN
P. RAMM	DPT-SPH	A. VICAUD	DER-ERMEL
M. FOLLIOT	EDF-GDF Services-STE	G. CHAINAY	DPT-MTPT

Classe AFNOR/UTE C 4

Direction responsable EDF Production Transport
Département Contrôle Commande
1-9, rue Nicolau - 93407 St Ouen Cedex
Tél : 33(1) 49 22 95 00

Editeur EDF/DER Service IPN
Centre de Normalisation
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex
Tél : 33(1)47 65 43 31

Distributeur EDF/DER Service IPN
EDA Repro
Bât. L
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex

Accessibilité Libre

© EDF - 1993

PAGE BLANCHE

SOMMAIRE

1. (A 1000) Domaine et modalités d'application 5

1.1 (A 1200) Domaine d'application 5

1.2 (A 1100) Objet 5

1.3 (A 1300 - A1420) Utilisation de la spécification 5

1.4 (A 1400) Mécanisme de modification de la spécification 6

1.4.1 (A 1410) Types de publications de la spécification 6

1.4.2 (A 1430) Gestionnaire de la spécification 6

2. (A 2000) Références normatives 8

2.1 (A 2400) Documents de normalisation de la CEI 8

2.2 (A 2200) Documents de normalisation française (UTE) 9

2.3 (A 2100) Documents de normalisation française (AFNOR) 10

2.4 (A 2500) Documents EDF 10

3. (A 3000) Assurance de la qualité 11

3.1 (A 3100) Responsabilités du Fournisseur 11

3.2 (A 3200) Exigences générales en matière de système de gestion de la qualité 11

4. (A 4000) Documents à établir 12

4.1 (A 4100) Spécification particulière 12

4.2 (A 4200) Documentation de définition 12

4.2.1 (A 4210) Objet 12

4.2.2 (A 4220) Terminologie 12

4.2.3 (A 4230) Utilisateurs de la documentation 13

4.2.4 (A 4240) Présentation de la documentation 14

4.2.4.1 (A 4241) Guide installateur 14

4.2.4.2 (A 4242) Guide utilisateur d'un équipement 15

4.2.4.2.1 (A 4242-1) Présentation générale 15

4.2.4.2.2 Caractéristiques principales de fonctionnement 15

4.2.4.2.3 Présentation détaillée 16

4.2.4.2.4 Inventaire des défauts possibles 16

4.2.4.2.6 (A 4.2.4.2-4) Manuel d'entretien 16

4.2.4.3 Guide de mise en service et de maintenance d'un équipement 16
4.2.4.3.1 Présentation 17
4.2.4.3.2 Descriptif fonctionnel détaillé 17
4.2.4.3.3 (A 4.2.4.3-2) Manuel de mise en service 18
4.2.4.3.4 Manuel de maintenance préventive 18
4.2.4.3.5 (A 4.2.4.3-3) Manuel d'aide au dépannage (matériel et logiciel) 19
4.2.4.4 (A 4244) Guide réparateur 19
4.2.4.5 (A 4245) Guide expert ou notice technique 19
4.2.4.5.1 (A 4245-1) Descriptif fonctionnel 20
4.2.4.5.2 (A 4245-2) Descriptif détaillé 20
4.2.4.6 (A4246) Dossier d'identification de matériel 21

4.3 (A 4300) Documentation de suivi de fabrication 21
4.3.1 (A 4310) Fiche de suivi de la qualité 21
4.3.1.1 (A 4311) Objet 21
4.3.1.2 (A 4312) Contenu de la fiche en phase initiale 21
4.3.1.3 (A 4313) Evolution de la fiche en phase de suivi 22
4.3.1.4 (A 4314) Fiche de non-conformité 22
4.3.2 (A 4320) Dossier de référence 23
4.3.2.1 (A 4321) Objet 23
4.3.2.2 (A 4322) Contenu 23

Annexe A (informative) - Classification par niveaux de maintenance (AFNOR NF X 60-010 24

Le présent document correspond au volume A du DICOT de janvier 1990 (on a indiqué entre parenthèses dans les titres des articles et paragraphes ci-après les références des articles et paragraphes correspondants du DICOT).

1. (A 1000) Domaine et modalités d'application

1.1 (A 1200) *Domaine d'application*

La présente spécification (qui annule et remplace le recueil connu sous le nom de "DICOT", les équivalences avec ce recueil étant indiqués entre parenthèses) s'applique aux systèmes et dispositifs de commande, de protection et de télécommunications utilisés pour le fonctionnement des réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique.

Cela concerne notamment les :

- protections, automatismes,
- commandes d'appareils à haute tension,
- alimentations auxiliaires,
- dispositifs de transmission,
- systèmes de téléconduite, consignation d'état et réglage,
- capteurs.

1.2 (A 1100) *Objet*

La présente spécification HN 46-R-01, découpée en 6 parties (HN 46-R-01-1 à HN 46-R-01-6), précise l'ensemble des directives applicables à la conception et la construction des systèmes faisant l'objet du domaine d'application.

Ces directives couvrent les points suivants :

- assurance de la qualité (HN 46-R-01-1, article 3), documentation (HN 46-R-01-1, article 4),
- qualification et agrément (HN 46-R-01-2),
- conception des ensembles fonctionnels (HN 46-R-01-3),
- conditions d'installation et d'utilisation (HN 46-R-01-4),
- éléments constitutifs des matériels (HN 46-R-01-5),
- méthodes de contrôle et d'essai (HN 46-R-01-6).

Cette spécification s'appuie sur la normalisation française et internationale (HN 46-R-01-1, article 2).

1.3 (A 1300 - A1420) *Utilisation de la spécification*

La préente spécification est utilisée comme référence technique pour la rédaction des spécifications techniques utilisées pour les appels d'offres et les commandes de fournitures d'équipements relevant du domaine d'application ci-dessus.

Les spécifications techniques font référence à la HN 46-R-01 en désignant la partie, l'édition et les divers modificatifs et additifs concernés (voir ci-dessous). Elles précisent les valeurs et font des choix parmi les options proposées dans la HN 46-R-01, en indiquant les modifications éventuelles.

Les fiches de modifications, notamment celles parues après signature d'un contrat ne peuvent être appliquées qu'avec l'accord des deux parties.

1.4 (A 1400) *Mécanisme de modification de la spécification*

1.4.1 (A 1410) *Types de publications de la spécification*

La spécification fait l'objet :

- d'éditions,
- de demandes de modification,
- de fiches de modification,
- de modificatifs d'une édition donnée.
- d'additifs

Une édition de la spécification, repérée par le mois et l'année, porte sur la totalité de l'ouvrage et prend en compte toutes les modifications intervenues depuis l'édition précédente.

Des demandes de modifications peuvent être présentées par les Services Techniques d'EDF concernés, ou par les constructeurs. Ces demandes sont instruites par un Groupe de Suivi regroupant le Centre de Normalisation et des représentants des Directions Techniques.

L'instruction des demandes de modification conduit, le cas échéant, à établir une révision ou un complément de texte qui fait l'objet d'une fiche de modification. La ou les fiches portant un numéro chronologique sont diffusées au demandeur de la modification. En cas de refus de la demande, celui-ci est notifié au demandeur.

Périodiquement, sont groupées dans un modificatif les fiches de modifications adoptées depuis la parution du modificatif antérieur, ou depuis la parution de la nouvelle édition, lorsqu'il s'agit du premier modificatif. Chaque modificatif est numéroté chronologiquement, avec mention de sa date d'édition (mois, année) et rappelle l'édition de la spécification concernée. Dans ces modificatifs, les textes révisés ou les compléments sont généralement présentés selon le plan de la spécification et non plus dans l'ordre chronologique de parution des fiches de modification.

1.4.2 (A 1430) *Gestionnaire de la spécification*

Le Centre de Normalisation du Service IPN (Information Prospective Normalisation) de la Direction des Etudes et Recherches d'EDF a la responsabilité de la gestion de la spécification.

A ce titre, il diffuse les éditions de la spécification aux Services concernés d'EDF. Il gère la procédure de modification de la spécification décrite en 1.4.1 en prenant l'avis des experts de ces Services au sein du Groupe de Suivi.

HN 46-R-01
DEMANDE DE MODIFICATION

Enregistrement
Numéro :
Date :
à ne pas remplir par le demandeur

- A adresser à DER - Service IPN
Centre de Normalisation
1, avenue du Général de Gaulle
92141 CLAMART

IDENTIFICATION DU DEMANDEUR

Direction : Date de la demande :

Service :

Nom du demandeur : Signature du demandeur :

Adresse du demandeur : Tél. :

Référence de la demande ou de l'envoi :

TEXTE CONCERNE : HN 46-R-01-X - Edition : Article/Paragraphe :

TEXTE modifié (1) complémentaire (1) proposé

(1) rayer la mention inutile

JUSTIFICATION DE LA DEMANDE (2) :

(2) éventuellement, liste des références des documents justificatifs joints à la demande

2. (A 2000) Références normatives

On trouvera ci-après la référence et la date des documents normatifs cités, ainsi que l'indication de la partie ou ils sont utilisés.

2.1 (A 2400) *Documents de normalisation de la CEI*

Référence/date	Titre	Partie
CEI 50 :	*Vocabulaire Electrotechnique International :*	4
CEI 50(151) : 1978	*Chapitre 151 : Dispositifs électriques et magnétiques.*	4
CEI 50(161) : 1990	*Chapitre 161 : Compatibilité électromagnétique.*	4
CEI 50(441) : 1984	*Chapitre 441 : Appareillage et fusibles.*	4
CEI 60 : 1973-1989	*Techniques des essais à haute tension.*	6
CEI 68 :	*Essais d'environnement - Deuxième partie : essais :*	
CEI 68-2-1 : 1990	*Essais A: Froid.*	6
CEI 68-2-2. : 1974	*Essais B: Chaleur sèche.*	6
CEI 68-2-3. : 1969	*Essai Ca.: Essai continu de chaleur humide.*	6
CEI 68-2-4 : 1960	*Essai D: Essai accéléré de chaleur humide.*	6
CEI 68-2-6 : 1982	*Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoîdales).*	6
CEI 68-2-14 : 1984	*Essai N: Variations de température.*	6
CEI 68-2-27 : 1987	*Essai Ea et guide: Chocs.*	6
CEI 68-2-29 : 1987	*Essai Eb et guide: Secousses.*	6
CEI 68-2-32 : 1975	*Essai Ed: Chute libre.*	6
CEI 255 :	*Relais électriques :*	
CEI 255-21-1 : 1988	*Vingtième et unième partie: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection. Section un - Essais de vibrations.*	6
CEI 255-21-2 : 1988	*Vingtième et unième partie: Essais de vibrations, de chocs, de secousses et de tenue aux séismes applicables aux relais de mesure et aux dispositifs de protection. Section deux: Essais de chocs et de secousses.*	6
CEI 255-22-1 : 1988	*Vingt-deuxième partie: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection. Première partie: Essais à l'onde oscillatoire amortie à 1 MHz.*	6
CEI 255-22-2 : 1989	*Vingt-deuxième partie: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection. Section deux - Essais de décharges électrostatiques.*	6
CEI 255-22-3 : 1989	*Vingt-deuxième partie: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection. Section trois - Essais de susceptibilité aux champs électromagnétiques.*	6
CEI 255-22-4 : 1992	*Vingt-deuxième partie: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection. Section 4: Essai de susceptibilité aux perturbations transistoires rapides.*	6
CEI 321 : 1970	*Guide pour la conception et l'utilisation des composants destinés à être montés sur des cartes de câblages et circuits imprimés.*	5
CEI 321-2 : 1987	*Informations complémentaires concernant les cartes imprimées. Deuxième partie: Retouches, réparations, modifications.*	5
CEI 359 : 1987	*Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques.*	4

CEI 801 :	*Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels :*	
CEI 801-2 : 1991	*Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques.*	6
CEI 801-3 rév. (actuellement 65A/77B(Sec.)135/10)	*Troisième partie: Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques.*	6
CEI 801-4 : 1988	*Quatrième partie, Prescriptions relatives aux transitoires électriques rapides en salves.*	6
CEI 1000 :	*Compatibilité électromagnétique (CEM) :*	6
CEI 1000-4-1 : 1992	*Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 1: Vue d'ensemble sur les essais d'immunité.*	6
CEI 1000-4-2	*voir CEI 801-2*	6
CEI 1000-4-3	*voir CEI 801-3 rév.*	6
CEI 1000-4-4	*voir CEI 801-4*	6
CEI 1000-4-8 : 1993	*Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 8: champ magnétique à la fréquence du réseau ; essais d'immunité.*	6
CEI 1000-4-12 (actuellement 77B(Sec.)116)	*Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 12: ondes oscillatoires; essaisd'immunité*	6

2.2 (A 2200) *Documents de normalisation française (UTE)*

Référence/date	**Titre**	**Partie**
NF C 03 ...	*UTE : normes de la série 03 - Schémas - Symboles .*	5
NF C 04 ...	*UTE : normes de la série 04 Repérage - Etiquetage*	5
NF C 15-100 : mai 1991	*Installations électriques à basse tension: Règles.*	4, 6
NF C 18 ...	*UTE : normes de la série 18 "Mesures de protection et de prévention" .*	5
NF C 20-010 : octobre 1986	*Degrés de protection procurés par les enveloppes.*	5
NF C 20-010 : octobre 1992	*Degrés de protection procurés par les enveloppes.*	5, 6
NF C 20-070 : février 1970	*Règles communes aux matériels électriques - Couleurs des voyants lumineux de signalisation et des boutons-poussoirs - Couleurs des voyants mécaniques - Signalisation à lampes éteintes à concordance.*	5
NF C 20-120 : octobre 1968	*Languettes pour clips de 2,8 - 4,7-5 at 6,3 mm.*	5
NF C 20-630 :	*remplacée par NF C 20-720*	5
NF C 20-720 : septembre 1987	*Essais d'environnement - Méthodes d'essais - Essai T : Brasabilité.*	5
NF C 63-421 : sept 1991	*Ensembles d'appareillage à basse tension - Première partie: Règles pour les ensembles de série et les ensembles dérivés de série.*	6
NF C 63-421 : septembre 1991	*Ensembles d'appareillage à basse tension - Première partie: Règles pour les ensembles de série et les ensembles dérivés de série.*	6
NF C 64-070 : novembre 1977	*Couleurs de boutons-poussoirs et des voyants de signalisation.*	5
NF C 90-550 : septembre 1985	*Généralités - Alliages, flux et crèmes utilisés pour le brasage tendre - Définition des produits.*	5

NF C 93-021 : mars 1977	*Connexions enroulées - Spécification d'emploi pour les bornes carrées ou rectangulaires : Prescriptions générales.*	5
NF C 93-022 : septembre 1971	*Connexions point à point par clips.*	5
NF C 93-427 : octobre 1983	*Supports pour circuits intégrés et autres composants enfichables:Prescriptions générales.*	5
NF C 96-883 : avril 1985	*Sélection des circuits intégrés par élimination des défauts de jeunesse:Prescriptions générales.*	5
UTE C 00-191 : Edition trim.	*Liste des composants électroniques sous assurance de qualité et homologués.*	5
UTE C 93-703 : octobre 1989	*Cartes imprimées:Guide pour la conception et l'utilisation des cartes imprimées.*	5
UTE C 93-751 : novembre 1985	*Matériaux de base pour circuits imprimées:Receuil de spécifications particulières.*	5
UTE C 96-023 : septembre 1990	*Méthodes d'analyse technologique et de défaillance des semiconducteurs.*	5
UTE C 96-025 : mai 1991	*Microstructures - Qualification générique des circuits intégrés et des ASIC - Approbation de fabricant et concept de qualité totale (EQML).*	5

2.3 (A 2100) *Documents de normalisation française (AFNOR)*

Référence/date	**Titre**	**Partie**
NF EN 29000 : décembre 1988	*Normes pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité - Lignes directrices pour la sélection et l'utilisation.*	1
NF EN 29001 : décembre 1988	*Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en conception/developpement.*	1
NF EN 29002 : décembre 1988	*Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en production et installation.*	1
NF EN 29003 : décembre 1988	*Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en contrôle et essais finals.*	1
NF X 06-501 : septembre 1984	*Applications de la statistique - Introduction à la fiabilité.*	3
NF X 60-010 : juin 1984	*Vocabulaire de maintenance et de gestion des biens durables.*	1
X 06-501 : septembre 1984	*Applications de la statistique - Introduction à la fiabilité.*	3
Z 67-130 : avril 1987	*Systèmes de traitement de l'information. - Recommandations de plan qualité logiciel.*	3

2.4 (A 2500) *Documents EDF*

Référence/date	**Titre**	**Partie**
CERT S 7 VOL.1	*Installations à basse tension*	4
CERT S 703 : Février 1989	*Présentation des équipements à basse tension au standard 19 pouces.*	5
HN 01-R-01 : février 1987	*Terminologie de base des normes et des essais.*	2
HN 44-S-80 : juin 1993	*Spécification générale pour la fourniture des matériels de comptage.*	4
HN 63-S-90 (en préparation)	*Spécification pour la qualification et la fourniture des connecteurs.*	5

3. (A 3000) Assurance de la qualité

Le présent chapitre précise les exigences à respecter pour l'établissement et la mise en oeuvre de plans qualité au titre de la présente spécification.

3.1 (A 3100) *Responsabilités du Fournisseur*

En matière d'assurance de la qualité, le Fournisseur assume les responsabilités suivantes :

a) établissement et mise en application d'un plan qualité pour l'ensemble de ses activités se rapportant à la réalisation des Systèmes soumis à la présente spécification,

b) sélection des sous-traitants sur la base de leur aptitude à satisfaire à la qualité exigée,

c) notification à chacun de ses sous-traitants des dispositions applicables en matière d'assurance de la qualité.

Cette notification se rapporte aux dispositions applicables relatives aux exigences générales exprimées au paragraphe ci-après.

d) vérification auprès de ses sous-traitants du respect des obligations qualité imposées.

3.2 (A 3200) *Exigences générales en matière de système de gestion de la qualité*

L'AFNOR a publié une série de trois normes sur les Systèmes qualité qui peuvent être utilisés dans le cadre de l'assurance externe de la qualité. Les différents modèles d'assurance de la qualité, établis dans les trois normes mentionnées ci-dessous, représentent trois formes distinctes d'"aptitude de fonctionnement ou d'organisation" qui conviennent à un cadre contractuel entre deux parties.

- NF EN 29001 (identique à l'ISO 9001) "Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en conception/développement, production, installation et soutien après la vente". A utiliser lorsque la conformité à des exigences spécifiées est à assurer par le Fournisseur pendant plusieurs phases qui peuvent comprendre la conception/développement, la production, l'installation et le soutien après la vente.
- NF EN 29002 (identique à l'ISO 9002) "Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en production et en installation". A utiliser lorsque la conformité à des exigences spécifiées est à assurer par le Fournisseur pendant la production et l'installation.
- NF EN 29003 (identique à l'ISO 9003) "Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en contrôle et essais finaux". A utiliser lorsque la conformité à des exigences spécifiées est à assurer par le Fournisseur uniquement lors des contrôles et essais finaux.

Il faut souligner que les exigences en matière de Système qualité, spécifiées dans ces trois normes sont complémentaires (et ne constituent pas une alternative) aux exigences techniques spécifiées (produit/service).

Il est prévu que ces normes soient normalement adoptées dans leur présente forme, mais dans certains cas, il peut être nécessaire de les moduler pour des situations contractuelles particulières. La norme NF EN 29000 fournit des indications pour la modulation et la sélection du modèle approprié d'assurance de la qualité.

Le contrat entre le Client et le Fournisseur doit choisir le modèle retenu.

4. (A 4000) Documents à établir

Le présent chapitre précise la nature et le contenu des documents à établir en complément de ceux déjà définis dans l'article 3 Assurance de la Qualité. Ils sont tous établis par le Fournisseur à l'exception des spécifications particulières du système (voir 4.1) qui sont établies par E.D.F. Les spécifications particulières du système indiquent parmi les documents établis par le Fournisseur ceux qui doivent être fournis à E.D.F.; les autres documents sont simplement tenus à disposition d'E.D.F. pour consultation dans les locaux du Fournisseur.

En l'absence de mention particulière, la langue utilisée dans la documentation est le français.

4.1 (A 4100) *Spécification particulière*

1- Définition

La spécification particulière du système est le document contractuel dans lequel E.D.F. définit au Fournisseur ses exigences sur les plans fonctionnel et technique ainsi que celles de l'Assurance de la qualité.

2- Contenu

La spécification particulière du système contient notamment :

a) l'objet,

b) le domaine et les limites de la fourniture,

c) les documents de référence, dont la présente Spécification, en rappelant si nécessaire leurs conditions d'application (classe d'environnement, liste détaillée des essais et contrôles à effectuer, etc...).
La spécification particulière peut modifier certains détails des documents de référence ; elle doit alors en exprimer clairement les différences.

4.2 (A 4200) *Documentation de définition*

4.2.1 (A 4210) *Objet*

La documentation de définition :

- regroupe, sous forme pratique la totalité des documents nécessaires à la mise en oeuvre du Système au cours de sa vie,
- présente ces documents de façon homogène quel que soit le constructeur, afin de faciliter la recherche du renseignement,
- fournit à l'agent concerné les informations spécifiques du Système propre à une application particulière.

4.2.2 (A 4220) *Terminologie*

Certains termes, bien que d'usage courant, méritent d'être définis compte tenu de la signification différente qui leur est attribuée en fonction de la spécialité de la personne qui les utilise.

Il s'agit essentiellement de la terminologie relative à la maintenance des Systèmes.

1- Maintenance

Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.(AFNOR NF X 60-010, 5.)

Ces actions peuvent être préventives ou curatives.

2- Maintenance 1er échelon

(correspond aux 1er et 2ème niveaux de la norme AFNOR NF X 60-010 - voir Annexe A)

Elle prend deux aspects :

- l'un préventif : c'est l'ensemble des actions permettant l'entretien systématique et périodique du Système. Du fait de l'évolution des techniques cet aspect tend à perdre de son importance.
- l'autre curatif : c'est l'ensemble des actions permettant d'exploiter le Système en régime d'anomalie. Ces actions aboutissent soit au retour à un fonctionnement normal, soit à un fonctionnement dégradé pouvant aller jusqu'à l'arrêt complet du Système.

C'est généralement l'utilisateur du Système qui, au moins sous son aspect "curatif", assure la maintenance de 1er niveau.

3- Maintenance 2ème échelon ou dépannage

(correspond aux 3ème et 4ème niveaux de la norme AFNOR NF X 60-010 - voir Annexe A)

Ensemble des actions permettant le remplacement d'un module ou sous-ensemble défectueux du Système par un module en état de marche.

On entend par module ou sous-ensemble tout élément de l''équipement pouvant être facilement extrait et remplacé par un élément identique, c'est l'échange standard. Les modules sont réputés être interchangeables.

La maintenance 2ème niveau est généralement assurée sur place, par un spécialiste : le dépanneur. Toutefois, les Systèmes de technologie récente étant de plus en plus équipés d'auto-tests générant des diagnostics en clair, leur dépannage s'en trouve grandement facilité au point de pouvoir être assuré, en partie du moins, par un non spécialiste du Système tel, par exemple, l'exploitant. C'est pour cela, en particulier, que, dans certains cas, les limites entre maintenances 1er niveau et 2ème niveau peuvent être délicates à distinguer.

4- Maintenance 3ème échelon ou réparation

(correspond au 5ème niveau de la norme AFNOR NF X 60-010 - voir Annexe A)

Ensemble des actions permettant de remettre en état de fonctionnement un sous-ensemble jugé défectueux.

La réparation est généralement assurée en laboratoire ou en usine par un spécialiste : le réparateur.

4.2.3 (A 4230) *Utilisateurs de la documentation*

La documentation, par son contenu et sa forme, doit satisfaire aux besoins des différents utilisateurs qui sont :

1- L'installateur du Système

Il a la responsabilité d'effectuer correctement l'installation et le raccordement du Système à son environnement. Il n'est pas nécessairement spécialiste des techniques utilisées par le Système.

2- L'utilisateur du Système

Il a la responsabilité de l'exploitation du Système en régime normal et en régime d'anomalie (maintenance 1er niveau). Il n'est pas nécessairement spécialiste des techniques utilisées par le Système.

3- Le spécialiste de la mise en service et du dépannage du Système

Il procède à la mise en service, aux extensions en capacité et en fonctions, aux réglages et au dépannage du Système (maintenance 2ème niveau). C'est une personne avertie des techniques utilisées et ayant reçu une formation particulière sur le Système concerné.

4- Le réparateur du Système

Il procède à la remise en état et au contrôle après réparation du sous-ensemble du Système jugé défectueux (maintenance 3ème niveau et niveaux supérieurs). Il n'est pas nécessairement spécialiste du Système, mais possède toutefois la compétence et les moyens lui permettant d'accomplir cette tâche.

5- L'expert du Système

C'est un spécialiste qualifié ayant la connaissance des techniques utilisées ainsi que des doctrines de base ayant permis de spécifier les fonctionnalités requises. C'est l'interlocuteur privilégié du Fournisseur; il possède les connaissances lui permettant éventuellement de le remplacer.

4.2.4 (A 4240) *Présentation de la documentation*

La présentation demandée peut, selon le cas, et pour autant qu'on en conserve l'esprit, être l'objet d'adaptations prévues dans la spécification particulière.

La documentation se présente sous forme de six modules faisant l'objet des 6 paragraphes suivants :

- Guide installateur (4.2.4.1),
- Guide utilisateur (4.2.4.2),
- Guide de mise en service et de dépannage (4.2.4.3),
- Guide réparateur (4.2.4.4),
- Notice technique ou guide expert (4.2.4.5),
- Dossier d'identification (4.2.4.6)

La Notice technique ou guide expert regroupe tous les documents techniques nécessaires à la connaissance du Système par le spécialiste ou l'expert du Système.

Les autres guides sont destinés à apporter une aide aux différents personnels concernés dans l'accomplissement de leur mission (installateur, utilisateur, exploitant réparateur).

Tous les documents, plans, textes, schémas et organigrammes sont présentés, sauf indication contraire prévue, sous forme de fiches au format A4.

Lorsque les textes sont accompagnés de plans, schémas... explicatifs, il doit être possible de les lire en ayant ceux-ci en regard.

Chaque document met clairement en évidence l'indice de la mise à jour et la date à laquelle elle a été effectuée. La spécification particulière du Système doit prévoir dans quelles conditions s'effectuent la diffusion et la mise à jour des documents.

4.2.4.1 (A 4241) *Guide installateur*

Ce guide est destiné au maître d'ouvrage, qui en principe n'est pas spécialiste des techniques utilisées par le Système.

Ce guide doit contenir toutes les informations nécessaires et suffisantes pour que le Système soit correctement installé et raccordé à son environnement.

Ce guide peut faire partie d'un dossier d'appel d'offres en tant que spécification d'installation et de raccordement.

Il est constitué de six parties distinctes :

- conditions de transport et de stockage, qui précisent notamment les précautions de déballage et de remballage,
- caractéristiques mécaniques, poids, encombrement, mode de fixation, modalité d'implantation...,

- conditions climatiques requises en exploitation normale, plage de température, débit d'air maximal, degré d'hygrométrie...,
- conditions électriques, type d'alimentation, consommation, dispositif de mise à la terre, etc.., éventuellement spécification du câble d'alimentation,
- conditions de raccordement, liste et câblage des borniers, connecteur ou réglette de raccordement, repérage des bornes, spécifications des câbles à utiliser,
- schémas fonctionnels simplifiés incorporant les entrées et sorties.

4.2.4.2 (A 4242) *Guide utilisateur d'un équipement*

Ce guide s'adresse à un personnel non spécialiste des techniques utilisées. Sa rédaction doit être succincte (12 pages environ), claire et précise.

Ce document est destiné aux agents d'exploitation. Il a pour but de donner une information générale sur l'équipement (présentation et fonctionnement) et de permettre de réaliser des interventions premier niveau. Il ne traite pas des répercussions possibles du fonctionnement de l'équipement sur son environnement et sur l'exploitation du système ou du réseau.

Il se décompose en six parties :

- présentation générale de l'équipement,
- caractéristiques principales de fonctionnement,
- présentation détaillée de l'équipement,
- inventaire des défauts possibles,
- mise en ou hors service de l'équipement,
- manuel d'entretien.

Ce document sera indicé pour le suivi des mises à jour. Chaque modification fera progresser l'indice, hormis les errata. Un récapitulatif des modifications sera placé en tête de ce guide. On inclura également, en préface, une page permettant au lecteur de transmettre ses remarques ou corrections au constructeur.

4.2.4.2.1 (A 4242-1) *Présentation générale*

- Type de matériel
  - nom de l'équipement,
  - appellation en clair,
  - constructeur.
- Domaine d'utilisation

Description succincte du rôle de l'équipement. Cette description est limitée au matériel lui-même et à son intégration dans un système plus général, en indiquant les différentes utilisations possibles.

4.2.4.2.2 *Caractéristiques principales de fonctionnement*

C'est la description de tous les éléments nécessaires à la connaissance du matériel.

Cette description doit permettre la compréhension des fonctions essentielles de l'équipement. Elle sera complétée[1] par des schémas fonctionnels globaux et des logigrammes.

Elle précise les informations (les voyants lumineux sur l'équipement et les signalisations transmises) élaborées au cours de son fonctionnement.

---

[1] Il peut être intéressant d'indiquer pour les protections et automatismes de réseau, un ordre de grandeur des temps de fonctionnement. Toutefois, il doit être rappelé que les réglages propres à l'équipement dépendent des caractéristiques de chaque ouvrage.

4.2.4.2.3 *Présentation détaillée*

Sur un schéma ou une photo représentant la face avant et éventuellement les modules de l'équipement, tous les éléments, sur lesquels l'exploitant est habilité à agir, devront être repérés et renseignés :

- interrupteurs de mise EN ou HORS service,
- commutateur de réglages, de consignes, de réinitialisation...,
- boîtes d'essais, connecteurs,
- points tests,
- voyants lumineux...

Les voyants seront représentés équipement en fonctionnement normal. Ce document doit permettre de consigner l'état des voyants et commutateurs avant toute intervention sur défaut d'utilisation. L'utilisation de la couleur paraît souhaitable pour cette présentation.

Les modalités d'action sur les éléments cités seront explicitées.

4.2.4.2.4 *Inventaire des défauts possibles*

Sous forme de tableau ou de logigramme, cet inventaire indique (d'une manière exhaustive si possible) à partir des signalisations, des voyants ou des résultats d'autocontrôle de l'équipement :

- les causes probables du défaut avec les répercussions éventuelles sur le fonctionnement de l'équipement,
- les actions à mener (en vue d'une reprise du service ou la réalisation de tests de diagnostic),
- les précautions à prendre.

4.2.4.2.6 (A 4.2.4.2-4) *Manuel d'entretien*

Ce manuel est rédigé si des opérations d'entretien systématiques se révèlent nécessaires.

Dans ce cas il décrit de façon exhaustive les opérations d'entretien systématique et leur périodicité.

4.2.4.3 *Guide de mise en service et de maintenance d'un équipement*

Ce guide s'adresse à un personnel qualifié des techniques utilisées mais n'ayant pas toujours reçu une formation spécialisée sur le système concerné.

Ce personnel est chargé de :

- la mise en service de l'équipement, quelque soit sa configuration,
- la maintenance préventive de l'équipement,
- la détection et le remplacement des sous-ensembles en panne,
- l'évolution de l'équipement si nécessaire.

Ce guide doit être rédigé sous forme claire, concise et précise ; il comporte au début une table des matières ainsi qu'un organigramme de recherche pour permettre de se repérer rapidement dans l'ensemble du guide.

Il se décompose en cinq parties :

- présentation de l'équipement,
- descriptif fonctionnel détaillé (accompagné de schémas),
- manuel de mise en service,
- manuel de maintenance préventive,
- manuel de dépannage.

Ce document sera indicé pour le suivi des mises à jour. Chaque modification fera progresser l'indice, hormis les errata. Un récapitulatif des modifications sera placé en tête de ce guide. On inclura également, en préface, une page permettant au lecteur de transmettre ses remarques ou corrections au constructeur.

4.2.4.3.1 *Présentation*

- Type de matériel
  - nom de l'équipement,
  - appellation en clair,
  - constructeur,
  - vues avant et arrière (avec bornage), dimensions, sérigraphie permettant de retrouver les commandes et informations accessibles en face avant.
- Domaine d'utilisation
  - description succincte du rôle de l'équipement,
  - indication des différentes utilisations possibles avec le descriptif des configurations correspondantes : joindre un tableau exhaustif et synthétique décrivant les modules pour chaque configuration et servant de référence pour établir une commande.

4.2.4.3.2 *Descriptif fonctionnel détaillé*

Il consiste en :

- Une énumération des fonctionnalités et des performances du système complété par un organigramme et/ou un schéma synoptique global. Ce synoptique devra faire apparaître :
  - une représentation simplifiée de chaque fonction par module,
  - les liens entre modules pour les fonctions essentielles, en désignant les informations qui transitent entre modules, en clair ou de manière codée (prévoir un lexique), ou par équations,
  - les entrées et sorties de l'équipement.
- Une description générale des principes de réalisation de chaque fonction avec en particulier :
  - les performances et les ajustements possibles,
  - les grandeurs analogiques traitées, les équations logiques propres au module,
  - la description précise de l'organisation interne logicielle et matérielle avec les schémas fonctionnels des modules, les commutateurs et les points tests, les numéros de bornes ou les repères des dispositifs de raccordement,
  - les liens avec les modules relatifs à d'autres fonctions et les informations échangées (caractéristiques et procédure d'échange),
  - pour la partie logicielle des équipements, des organigrammes détaillés ; les interfaces internes seront décrites avec précision dans la mesure où elles peuvent être restituées sur une machine de service.

D'une manière générale, les notations et les abréviations utilisées resteront homogènes dans l'ensemble du guide et se rapporteront au lexique mentionné plus haut.

4.2.4.3.3 (A 4.2.4.3-2) *Manuel de mise en service*

Il doit indiquer :

- le type de matériel à utiliser,
- la description physique des interfaces externes : par exemple, la mise à la terre de l'équipement, les raccordements...,
- les précautions à prendre avant l'intervention,
- les vérifications préliminaires :
  . position des modules (joindre un plan),
  . alimentation,
  . raccordement électrique,
  . implantation mécanique,
- la méthode de configuration du matériel et du logiciel en précisant la position des commutateurs et l'affichage des réglages :
  . indiquer la fonction de chaque commutateur, selon sa position, et sa localisation à l'aide d'un schéma de la carte repérée.
  Présenter l'ensemble des commutateurs et leurs fonctions sous forme de tableau, classés par sous-ensembles,
  . préciser les modalités d'affichage des différents réglages, donner éventuellement des formules, ou des tableaux dans le cas de réglage à plusieurs paramètres,
  . si l'équipement se programme par terminal ou par tout autre dispositif extérieur, décrire les dialogues opérateurs possibles (logigramme...), la syntaxe des commandes, les fonctions des différents codes utilisés, etc.,
- les contrôles des étalonnages et des mesures,
- les contrôles fonctionnels de l'équipement.

En annexe du manuel de mise en service, joindre un procès-verbal de mise en service permettant :

- la localisation et la description de l'équipement,
- la programmation par commutateurs et/ou par terminal (donner des résumés sous forme de tableau, classés par sous-ensemble),
- l'affichage des réglages (valeurs lues sur les roues codeuses...),
- les résultats des étalonnages et mesures,
- les résultats des contrôles fonctionnels.

Pour les équipements pouvant présenter des configurations très différentes, prévoir un chapitre complet par configuration, ou, a minima, pour les configurations les plus usuelles (à définir avec EDF).

4.2.4.3.4 *Manuel de maintenance préventive*

Il indique :

- les modalités de mise hors services et d'isolement de l'équipement,
- les contrôles fonctionnels des chaînes importantes de l'équipement,
- les autres vérifications importantes de l'équipement (alimentation, certains réglages sensibles...),
- les contrôles complémentaires à ceux réalisés par le dispositif d'auto-test, s'il existe,
- la liste des évolutions matérielles et logicielles (date, consistance, indice...) pour réaliser les mises à niveau de l'équipement ainsi que les opérations correspondantes.

4.2.4.3.5 (A 4.2.4.3-3) *Manuel d'aide au dépannage (matériel et logiciel)*

En partant des différentes informations de diagnostic fournis par le système lui-même (signalisations d'alarmes), ce manuel décrit :

- les modalités de mise hors service et d'isolement de l'équipement,
- pour toute information disponible lors d'anomalies constatées, la liste exhaustive des origines de cette information,
- les modalités de recherche d'anomalie (de préférence sous forme de logigrammes) :
. les différentes opérations à effectuer (mesures, essais, tests...),
. les différentes résultats possibles de chaque opération,
. l'indication de la nouvelle opération à entreprendre correspondant à chacun des résultats,
- les précautions à prendre pour changer le sous-ensemble défectueux.

Il précise en outre pour chaque opération :

- la liste des programmes de test ou des points tests à utiliser et leur localisation,
- les outils nécessaires et leur mise en oeuvre,
- les caractéristiques des signaux que l'on doit normalement trouver sur les points de test, ou les restitutions fournies par les programmes de test.

4.2.4.4 (A 4244) *Guide réparateur*

Ce guide contient pour chaque sous-ensemble :

- la liste des outils matériels (de test ou de mesure) et logiciels (s'ils existent) nécessaires,
- le descriptif de mise en oeuvre de ces outils,
- une procédure logique permettant la détection d'un composant défectueux et précisant les différentes étapes de mesure ou de test; pour chacune d'elles, les résultats escomptés avec leurs tolérances, dans les conditions normales d'utilisation et dans les conditions limites,
- les précautions à prendre pour remplacer un composant défectueux,
- la liste des contrôles à faire après réparation.

4.2.4.5 (A 4245) *Guide expert ou notice technique*

Le guide expert ou notice technique s'adresse à des spécialistes qualifiés des techniques utilisées mais aussi des doctrines de base ayant permis de spécifier les fonctionnalités requises.

Ces spécialistes sont destinés à devenir les experts du Système et, à ce titre, les interlocuteurs du Fournisseur; ils doivent pouvoir le cas échéant le remplacer.

La notice technique est conçue pour apporter toutes les informations nécessaires et suffisantes permettant d'acquérir et de conserver une connaissance approfondie du Système pour être notamment en mesure d'analyser les anomalies de fonctionnement préjudiciables à l'utilisation ou à l'exploitation de celui-ci.

Elle est constituée deux parties distinctes :

- Descriptif fonctionnel dont l'organisation s'applique aussi bien au matériel qu'au logiciel,
- Descriptif détaillé.

4.2.4.5.1 (A 4245-1) *Descriptif fonctionnel*

Il consiste en :

- une énumération des fonctionnalités du Système,
- une description de chaque fonction et des modules la constituant.

Ce descriptif fonctionnel est organisé de la façon suivante : pour chaque fonction il contient :

- un texte explicatif de la fonction, associé à un schéma-bloc ou un organigramme général qui fait apparaître les différents modules la constituant et les liens entre eux,
- un texte explicatif de chaque module associé de façon identique à un schéma-bloc ou un organigramme qui le décrit.

De plus sur ces documents, sont portées toutes les indications qui permettent de retrouver facilement dans le descriptif détaillé les informations concernant le même module fonctionnel.

4.2.4.5.2 (A 4245-2) *Descriptif détaillé*

Il consiste essentiellement en un Recueil des schémas des différents sous-ensembles matériels et logiciels du Système.

1- Pour le matériel

- le schéma d'implantation des sous-ensembles dans les bacs et des bacs dans les armoires,
- les caractéristiques indiquant les valeurs des principales grandeurs, notamment celles prises en compte pour la qualification,
- l'énumération des éléments pour lesquels l'interchangeabilité électrique, mécanique et fonctionnelle est assurée,
- les caractéristiques qui assurent cette interchangeabilité,
- un schéma électrique détaillé et renseigné, c'est-à-dire précisant les signaux aux interfaces (avec référence à des normes éventuelles), la situation des points de test, etc; la représentation des fonctions logiques ou analogiques utilise les symboles normalisés; chaque composant est repéré,
- un schéma d'implantation des composants, des points de test, des réglages, etc., comportant le même type de repérage des composants,
- le dessin ou photographie du cuivre de la carte de circuit imprimé, ou la liste des connexions électriques entre chaque composant,
- la nomenclature des composants actifs et passifs, comportant pour chacun d'eux les caractéristiques principales (valeur, tolérance), la référence du constructeur, le nom du Fournisseur et, si possible, une liste des composants équivalents (référence à un standard de composant),
- le schéma de câblage avec les sous-ensembles voisins.

2- Pour le logiciel

- la structure des variables, tables et fichiers utilisés avec indication de leur rôle,
- les organigrammes détaillés avec le texte décrivant les actions logiques constituant une fonction donnée,
- les listings commentés correspondants, c'est-à-dire qui précisent la réalisation d'une fonction donnée.

De plus sur ces documents sont portées toutes les indications qui permettent de retrouver facilement dans le descriptif fonctionnel les fonctions où chaque sous-ensemble est impliqué.

Chaque document met clairement en évidence l'indice de la mise à jour et la date à laquelle elle a été effectuée.

Dans la mesure du possible, le format des documents ne doit dépasser pas le format A3.

4.2.4.6 (A4246) *Dossier d'identification de matériel*

Ce dossier est destiné à fournir tous les éléments dont la connaissance est nécessaire pour décrire les principales caractéristiques d'un Système, pour désigner un modèle et, si nécessaire, ses variantes.

Le dossier d'identification comprend essentiellement :

- la description de la configuration fournie,
- la capacité du Système,
- la liste et implantation des différents sous-ensembles matériels (châssis, cartes ...) et logiciels,
- les différentes valeurs des paramètres de réglage spécifiques à cet équipement,
- les indices de chaque sous-ensemble (matériel et logiciel),
- toutes les références utiles aux documents de définition du Système.

4.3 (A 4300) *Documentation de suivi de fabrication*

4.3.1 (A 4310) *Fiche de suivi de la qualité*

4.3.1.1 (A 4311) *Objet*

Cette fiche a pour objet d'accompagner tout Système en fabrication et de fournir tout renseignement le concernant quant à son identification et son état d'avancement de fabrication :

Elle est établie et utilisée selon 3 phases successives :

a) phase"initiale" : la fiche contient la liste prévisionnelle des opérations relatives au Système, données par ordre logique, concernant l'approvisionnement, la fabrication, le contrôle et les essais y compris ceux des Systèmes assemblés pour constituer un ensemble fonctionnel lorsque leur exécution en usine est prévue à la spécification d'équipement,

b) phase de "suivi" : la fiche est complétée au fur et à mesure de l'exécution des opérations mentionnées,

c) phase "finale" : la fiche complètement renseignée fait partie du rapport de fin de fabrication.

Note : La fiche de suivi de la qualité peut prendre des formes différentes, selon les phases, à condition que l'on puisse facilement faire la relation entre les opérations décrites dans les documents utilisés pour chaque phase.

4.3.1.2 (A 4312) *Contenu de la fiche en phase initiale*

Les fiches de suivi de la qualité doivent mentionner en particulier :

1 la référence de la spécification d'équipement ou, le cas échéant, de la pièce technique de la sous-commande, avec son indice de révision,

2 la désignation des éléments constitutifs, sous ensembles ou ensembles concernés,

3 la liste des opérations, à effectuer en fabrication, montage, contrôles et essais mentionnant notamment :

a) les approvisionnements,

b) les contrôles et essais requis par de la présente spécification et par la spécification d'équipement.

Note : Les contrôles et essais mentionnés en b) doivent être situés par rapport aux opérations de fabrication.

4 Pour chaque opération du paragraphe 3, le numéro du document technique que le Fournisseur prévoit d'appliquer (plans, procédures, instructions internes, paragraphes de de la présente spécification) sans indication de l'indice de révision.

5 Pour chaque opération du paragraphe 3, les actions de surveillance que le Fournisseur prévoit d'effectuer sur les opérations de fabrication ou les prestations des sous-traitants, et sur ses propres opérations de fabrication, si cela est nécessaire au vu de son organisation.

En outre, pour chaque opération du paragraphe 3, un emplacement doit être prévu pour indiquer les opérations pour lesquelles le Fournisseur doit convoquer le représentant d'EDF. Ces opérations constituent des "points de notification" de deux types :

a) un point de convocation. Ce point, noté "C", concerne une opération pour laquelle EDF demande à être convoqué. Le Fournisseur peut exécuter cette opération si le représentant d' EDF n'est pas présent à l'opération au jour et à l'heure,

b) un point d'arrêt. Ce point, noté "A", concerne une opération que le Fournisseur ne peut, sauf autorisation écrite, exécuter hors de la présence du représentant d'EDF.

4.3.1.3 (A 4313) *Evolution de la fiche en phase de suivi*

En regard de chaque opération effectuée, doivent apparaître sur la fiche :

a) la procédure ou l'instruction utilisée avec son indice de révision ou la référence du paragraphe concerné de de la présente spécification lorsque celui-ci se suffit à lui seul pour effectuer l'opération,

b) le numéro du procès-verbal établi pour les contrôles et essais effectués.

c) le numéro des fiches de non-conformité (voir 4.3.1.4) et succinctement la suite donnée (éventuellement suivant un code défini) telle que refus, acceptation en l'état, réparation avec renvoi au dossier correspondant.

Nota 1 :
Lorsque, en cours de fabrication, d'autres opérations que celles prévues à l'état initial s'avèrent nécessaires, la fiche est modifiée ou complétée par une autre fiche à laquelle elle fait référence.

Nota 2 :
Dans le cas des contrôles et essais ne faisant pas l'objet d'un procès-verbal, les indications suivantes doivent être portées sur la fiche :
- la date, le nom, la signature du ou des responsables,
- l'indication de la conformité du résultat au paragraphe de de la présente spécification ou à la procédure ou instruction mentionnée.

4.3.1.4 (A 4314) *Fiche de non-conformité*

La fiche de non-conformité décrit la nature et l'étendue de la non-conformité, et indique la solution retenue.

La fiche de non-conformité contient, au minimum :

- l'identification du Système et du document par rapport auquel existe la non-conformité,
- la description de la non-conformité et la comparaison aux critères spécifiés,
- la solution retenue pour corriger la non conformité,
- l'action préventive envisagée pour empêcher toute nouvelle manifestation de la non conformité.

4.3.2 (A 4320) *Dossier de référence*

4.3.2.1 (A 4321) *Objet*

Le dossier de référence a pour objet d'identifier la révision en vigueur de tous les documents applicables et la chronologie des modifications intervenues sur ces documents.

4.3.2.2 (A 4322) *Contenu*

Le dossier de référence contient :

- la liste de l'ensemble des références de tous les documents applicables avec tenue à jour des indices de révision, ainsi que des dates de mise à jour.
- la liste chronologique des modifications intervenues sur ces documents, avec la description abrégée et l'identification du produit ou du lot de fabrication à partir duquel elles sont effectives.

Annexe A (informative)

Classification par niveaux de maintenance (AFNOR NF X 60-010)

1er Niveau

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc.

Commentaire :

- Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation.
- Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

2e Niveau

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement.

Commentaire :

- Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.
- On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

Note :

Un technicien est habilité lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels, et est désigné pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

3e Niveau

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réalignement des appareils de mesure.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien, ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

4e Niveau

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

5e Niveau

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

Commentaire : Par définition, ce type de travaux est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstructeur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication.

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF

Juin 1993 **HN 46-R-01-2**

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 2 : Qualification et agrément

CENTRE DE NORMALISATION

EDF
Electricité de France

Direction des Etudes et Recherches

Service Information, Prospective et Normalisation

PAGE BLANCHE

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF **HN 46-R-01-2**
Juin 1993

Titre

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 2 : Qualification et agrément

(General guidelines for the design and manufacturing of control, protection and telecommunication equipment for electrical networks - Part 2 : Qualification and agreement)

Nombre de pages 13 (y compris annexes)

Type Spécification technique

Document(s) associé(s) Remplace le projet HN 46-R-01 de Janvier 1990

Résumé La HN 46-R-01 se présente sous la forme d'un recueil en 6 parties (HN 46-R-01-1 à HN 46-R-01-6) précisant l'ensemble des directives générales de conception et de construction des matériels de contrôle-commande des réseaux électriques.

Elle regroupe en un document unique les règles ou spécifications nécessaires à l'établissement des clauses techniques des contrats entre client et fournisseur. Il fait très largement référence aux normes internationales de la CEI, aux normes nationales de la série NF C pour les matériels électriques, et aux normes nationales de la série NF EN 29000 publiées par l'AFNOR pour l'Assurance Qualité.

Auteurs Cette spécification a été rédigée par un groupe de travail composé de :

M. AUGER	DER-IPN animateur	P. LEBRETON	DPT-SPT
JL. BERGEROT	DPT-STET	D. MONTEIL	DE-SQR
P. ASSAILLY	DPT-CERT	C. REY	DE-SEPTEN
P. RAMM	DPT-SPH	A. VICAUD	DER-ERMEL
M. FOLLIOT	EDF-GDF Services-STE	G. CHAINAY	DPT-MTPT

Classe AFNOR/UTE C 4

Direction responsable EDF Production Transport
Département Contrôle Commande
1-9, rue Nicolau - 93407 St Ouen Cedex
Tél : 33(1) 49 22 95 00

Editeur EDF/DER Service IPN
Centre de Normalisation
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex
Tél : 33(1)47 65 43 31

Distributeur EDF/DER Service IPN
EDA Repro
Bât. L
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex

Accessibilité Libre

© EDF - 1993

PAGE BLANCHE

SOMMAIRE

HN 46-R-01-2 (VOLUME B) - QUALIFICATION ET AGREMENT

1 (B 1000) Disposition générale d'agrément d'un Système 5

1.1 (B 1100) Conditions exigées pour autoriser l'utilisation d'un Système 5

1.2 (B 1200) Procédure d'évaluation de la fabrication 5

1.2.1 (B 1210) But 5

1.2.2 (B 1220) Modalités 5

1.2.2.1 (B 1221) Généralités 5

1.2.2.2 (B 1222)Exigences d'organisation 6

1.2.2.3 (B 1223) Exigences techniques 6

1.2.3 (B 1230) Conclusion de l'évaluation 6

1.3 (B 1300) Décision d'agrément 6

1.3.1 (B 1310) But 6

1.3.2 (B 1320) Modalités 6

1.4 (B 1400) Procédure de suivi du Système agréé 7

1.4.1 (B 1410) But 7

1.4.2 (B 1420) Suivi de la fabrication 7

1.4.3 (B 1430) Modifications 7

1.4.4 (B 1440) Essais sur prélèvement 8

2 (B 2000) Dispositions générales de qualification d'un Système 8

2.1 (B 2100) But de la qualification 8

2.2 (B 2200) Procédure de qualification 8

2.3 (B 2300) Méthodes de qualification 8

2.3.1 (B 2310) Méthode par essais 9

2.3.2 (B 2320) Méthode par analyse 9

2.3.3 (B 2330) Méthode mixte 9

2.4 (B 2400) Déroulement de la qualification 9

2.5 (B 2500) Compte rendu de qualification 9

3 (B 3000) Méthode de qualification par essais 10

3.1 (B 3100) Programme de qualification 10

3.2 (B 3200) Essais de référence 10

3.3 (B 3300) Essais d'influence de l'environnement sur le Système 11

3.4 (B 3400) Essais d'influence du Système sur l'environnement 11

3.5 (B 3500) Essais de robustesse et/ou d'appréciation du comportement du Système dans le temps 11

Le présent document correspond au volume B du DICOT de janvier 1990 (on a indiqué entre parenthèses dans les titres des articles et paragraphes ci-après les références des articles et paragraphes correspondants du DICOT).

1 (B 1000) Disposition générale d'agrément d'un Système

Les dispositions décrites dans ce chapitre s'appliquent aux systèmes dont les fonctions sont jugées importantes vis à vis de la sécurité des personnes ou de la disponibilité des ouvrages et des matériels dont ils assurent le bon fonctionnement.

1.1 (B 1100) *Conditions exigées pour autoriser l'utilisation d'un Système*

Les conditions exigées pour autoriser l'utilisation des Systèmes sont les suivantes :

1 Le Système doit être reconnu apte à (ou aux) usage(s) au(x) quel(s) il est destiné.
Cette condition est vérifiée en soumettant le Système à la procédure de qualification dont l'exposé constitue l'essentiel de ce volume (articles 2 et suivants).

2 Le Fournisseur doit être jugé apte à fabriquer en série des Systèmes conformes au modèle qualifié.
Cette condition est vérifiée en soumettant le Fournisseur à la procédure d'évaluation de la fabrication (voir 1.2).

3 Si les résultats obtenus selon les procédures 1 et 2 sont satisfaisants, la décision d'autoriser l'emploi de Systèmes de série conformes au modèle qualifié peut être prise.
Cette décision constitue l'agrément du Système (voir 1.3).

4 La conformité au modèle doit être maintenue pendant la période de production en série.
Cette condition est vérifiée en soumettant la construction à la procédure de suivi du Système agréé (voir 1.4).

Note : Les procédures de qualification et d'évaluation de la fabrication peuvent être menées simultanément.

1.2 (B 1200) *Procédure d'évaluation de la fabrication*

1.2.1 (B 1210) *But*

La procédure d'évaluation de la fabrication a pour but de s'assurer que le Fournisseur a une maîtrise de sa fabrication qui lui permet de produire en série des Systèmes conformes au modèle qualifié.

1.2.2 (B 1220) *Modalités*

1.2.2.1 (B 1221) *Généralités*

L'évaluation de la fabrication s'appuie sur une enquête orientée vers deux aspects, l'un relatif à l'organisation, et l'autre technique.

D'une manière générale, cette évaluation se fait par rapport aux règles définies dans le présent recueil et plus particulièrement par rapport à celles du modèle qualité retenu pour l'exécution du contrat.

Les critères utilisés sont adaptés à la nature du produit, au type de fabrication et aux facilités de contrôles externes, en tenant compte, pour limiter les exigences, de la procédure de suivi qui doit être mise en place, en particulier des essais sur prélèvements qu'elle prévoit (voir 1.4.4).

Les résultats des essais de qualification et plus précisément les incidents ayant un rapport avec la fabrication peuvent amener à formuler des exigences plus précises sur certains points.

1.2.2.2 (B 1222) *Exigences d'organisation*

Les exigences relatives à l'organisation sont en accord avec les dispositions d'assurance qualité applicables. Une attention plus particulière est portée sur la maîtrise des modifications (voir 1.4.3) :

- niveau de précision dans la définition du Système de manière à ce qu'il n'y ait pas d'ambiguïté dans ce qui est une modification (cas des nomenclatures d'éléments constitutifs pouvant être approvisionnés chez plusieurs Fournisseurs de sous-ensembles ou de composants),
- existence de procédures précisant entre autres :
  - les services à consulter,
  - les modalités d'accord avant mise à exécution,
  - les dispositions à prendre pour déterminer le caractère mineur ou majeur des modifications.

1.2.2.3 (B 1223) *Exigences techniques*

Sur le plan technique, l'enquête porte notamment sur :

- les règles de choix des Fournisseurs et de contrôle des approvisionnements,
- l'existence et la nature des essais sur prélèvements exécutés par le Fournisseur pour vérifier périodiquement la qualité de sa fabrication.

1.2.3 (B 1230) *Conclusion de l'évaluation*

Un avis fondé sur le rapport d'évaluation est émis. Un avis défavorable interdira l'agrément. Un avis avec observations permettra l'agrément sous condition qu'une suite satisfaisante soit donnée à ces observations. Pour les éléments constitutifs et, d'une manière générale, tous les produits sur catalogue, la prise en compte de ces observations doit concerner toute la fabrication.

1.3 (B 1300) *Décision d'agrément*

1.3.1 (B 1310) *But*

La décision d'agrément a pour but d'autoriser l'emploi de Systèmes de série conformes au modèle qualifié. Le dossier d'agrément comporte:

- la désignation des différents organismes ayant contribué à apporter des éléments relatifs à l'agrément,
- la désignation du modèle agréé avec, le cas échéant, celles des variantes auxquelles l'agrément s'applique aussi,
- la liste des documents de référence,
- la référence du dossier d'identification (HN 46-R-01-1, paragraphe 4.2.4.6),
- tous les éléments justificatifs relatifs à la qualification du modèle et à l'évaluation de la fabrication, notamment les rapports et tout ce qui concerne les modifications intervenues en cours de qualification.
- les conditions particulières de service dans le cas où les conditions générales définies par la spécification technique de qualification ne sont pas adaptées.

1.3.2 (B 1320) *Modalités*

La décision est fondée sur les résultats favorables des procédures de qualification du modèle et d'évaluation de la fabrication ; lorsqu'elle est prise, la procédure de suivi du Système agréé est mise en place chez le Fournisseur.

La révocation de l'agrément peut être prononcée si l'une des conditions énoncées à l'article 1 et qui a permis de décider de l'agrément n'est plus remplie. Ces conditions sont notamment explicitées aux paragraphes 1.2 et 1.4.

1.4 (B 1400) *Procédure de suivi du Système agréé*

1.4.1 (B 1410) *But*

La procédure de suivi du Système agréé a pour but d'obtenir des assurances sur le maintien de la conformité au modèle agréé du Système fabriqué en série.

Elle consiste en :

- une surveillance de la fabrication,
- un examen des modifications qui peuvent intervenir après l'agrément,
- des essais sur prélèvement.

1.4.2 (B 1420) *Suivi de la fabrication*

La surveillance de la fabrication des Systèmes par les Inspecteurs permet d'obtenir des assurances sur le maintien dans le temps de la conformité de ces Systèmes au modèle agréé. Cette surveillance s'exerce au niveau de la fabrication et des contrôles associés, y compris les essais de fin de fabrication. Elle permet notamment de vérifier que les règles que s'est fixé le Fournisseur tant sur le plan organisation que sur le plan technique (procédés de fabrication, contrôles...) sont respectées. Elle permet aussi de suivre les modifications qui touchent le Système et sa fabrication, notamment par l'examen du dossier de référence.

1.4.3 (B 1430) *Modifications*

Un certain nombre de modifications peuvent intervenir après agrément. Elles concernent soit directement le Système (sa conception, ses éléments constitutifs, ses caractéristiques, ses performances...), soit sa fabrication (procédés, moyens de contrôle, nature des contrôles...).

Ces modifications sont majeures dans le cas où elles sont susceptibles de remettre en cause l'agrément, notamment si elles concernent les caractéristiques ayant déterminé la qualification, l'efficacité du contrôle des fabrications ou de l'organisation de la qualité.

Les modifications qui touchent au dossier d'identification (voir HN 46-R-01-1, paragraphe 4.2.4.6) sont soumises au client qui juge si elles sont majeures ou non. Le Fournisseur est juge du caractère majeur des autres modifications.

Les modifications majeures requièrent un accord préalable, conditionné par :

- l'établissement par le Fournisseur d'un dossier de demande de modification, faisant apparaître en particulier ses motifs et les conséquences attendues sur la qualification du Système,
- si nécessaire, la reprise partielle ou totale de la qualification.

Tout Système ayant subi une modification majeure sans cet accord perd, de ce fait, sa qualité de Système agréé.

Les modifications mineures sont mises en oeuvre par le Fournisseur sans accord préalable. Celles qui touchent au dossier de référence donnent lieu à une mise à jour de ce dernier, ce qui permet au client d'en prendre connaissance.

Dans la mesure où les examens, vérifications ou essais sur prélèvement infirment le caractère mineur d'une modification, l'agrément peut être suspendu ou retiré définitivement.

1.4.4 (B 1440) *Essais sur prélèvement*

Tout ou partie des essais de la procédure de qualification peut être repris sur un échantillon de Système de série obtenu par prélèvement.

Les circonstances suivantes peuvent, entre autres, conduire à effectuer des prélèvements:

- pendant la période de démarrage ou de redémarrage de la fabrication de série,
- lorsque des modifications ont été apportées au Système ou à sa fabrication,
- d'une façon générale à chaque fois que des événements, survenus en fabrication, à la mise en service ou en exploitation, sont susceptibles de remettre en cause la qualité.

Le programme d'essai est établi, le cas échéant, à partir des éléments qui peuvent avoir motivé le prélèvement.

La conclusion des essais se traduit par la constatation du maintien ou non de la conformité du Système au modèle agréé.

La non-conformité entraîne de ce fait la suspension provisoire ou définitive de l'agrément.

2 (B 2000) Dispositions générales de qualification d'un Système

2.1 (B 2100) *But de la qualification*

La procédure de qualification a pour but de montrer que le Système est apte à (ou aux) usage(s) au(x) quel(s) il est destiné ; elle s'applique au modèle de Système (voir définition dans HN 01-R-01).

La qualification doit démontrer que le Système :

- est adapté à la fonction spécifiée,
- n'est pas sujet, dans les conditions de service et d'utilisation spécifiées, à des défauts rendant inopérantes les précautions prises dans la conception de l'ensemble auquel il appartient,
- ne peut être cause de défaillance rendant inopérants d'autres Systèmes qui participent à une fonction de sûreté.

2.2 (B 2200) *Procédure de qualification*

La procédure de qualification définit :

- le service et les conditions d'utilisation pour lesquels le Système doit être qualifié, dans toutes les conditions d'environnement auxquelles il peut être soumis,
- l'identification du Système à qualifier,
- les méthodes à utiliser pour le qualifier et les critères d'acceptation.

Le modèle destiné à être qualifié est caractérisé par son dossier d'identification (voir HN 46-R-01-1, paragraphe 4.2.4 .6) et son dossier de référence (voir HN 46-R-01-1, paragraphe 4.3.2).

2.3 (B 2300) *Méthodes de qualification*

Les méthodes de qualification employées sont :

- la méthode par essais,
- la méthode par analyse,
- la méthode mixte.

2.3.1 (B 2310) *Méthode par essais*

La méthode de qualification par essais consiste à démontrer qu'un Système est apte à la fonction spécifiée en soumettant un échantillon de celui-ci à une séquence d'essais significative des conditions dans lesquelles il est prévu de l'utiliser.

La méthode n'a pas pour but d'établir une base de fiabilité quantifiée des Systèmes ; le nombre de spécimens nécessaires varie donc, selon le type de procédure, de l'exemplaire unique à quelques unités au plus, l'échantillon pouvant être obtenu par prélèvement.

2.3.2 (B 2320) *Méthode par analyse*

La méthode de qualification par analyse consiste à démontrer par le raisonnement, que le Système est apte à la fonction spécifiée.

2.3.3 (B 2330) *Méthode mixte*

Cette méthode consiste à combiner les méthodes par analyse et par essais.

Commentaires relatifs aux méthodes par analyse et mixte :

- Les méthodes par analyse et mixte sont notamment utilisées pour :
  - maintenir la qualification d'un Système lorsqu'il est l'objet de modifications majeures (voir 1.4.3),
  - déterminer les types de défauts possibles et dangereux, ainsi que la façon dont ils se manifestent,
  - qualifier une famille ou gamme de produits à partir de la qualification de un ou plusieurs modèles,
  - qualifier des Systèmes auxquels la méthode par essais s'avère inapplicable, en raison par exemple de leurs dimensions.
- Des éléments d'information utiles pour orienter ou valider la démarche, peuvent être apportés par :
  - l'expérience d'exploitation acquise sur ces Systèmes ou sur des Systèmes similaires,
  - des essais partiels ou sur maquette.

2.4 (B 2400) *Déroulement de la qualification*

Des résultats non satisfaisants ou des défaillances du Système peuvent se présenter en cours de qualification. Ces événements entraînent l'ouverture d'une fiche de non-conformité (voir. HN 46-R-01-1, paragraphe 4.3.1.4) dont le traitement peut conduire, soit à une demande de modification du modèle, soit à la continuation des essais après réparation sans modification du modèle. Dans certains cas - exceptionnels, la définition du service attendu ou même les essais peuvent être réexaminés.

Si la modification du modèle est décidée, les conditions de reprise de la procédure de qualification seront précisées (reprise complète, poursuite de la procédure sur le Système modifié, exécution de contrôles ou d'essais complémentaires). Des éléments justificatifs prenant en compte la nature de la modification et des actions de qualification déjà réalisées sont établis et figurent au compte rendu de qualification.

Si la définition du service attendu est modifiée, la décision d'agrément comporte une mention explicite de cette modification.

2.5 (B 2500) *Compte rendu de qualification*

Il comprend au moins :

- les éléments permettant l'identification du Système qualifié (référence au dossier d'identification par exemple),
- les références des documents définissant la méthode de qualification,

- la désignation du ou des organisme(s) ayant effectué la qualification,
- les procès-verbaux des différentes étapes de la qualification avec indication des résultats,
- le relevé des incidents s'étant éventuellement produits en cours de qualification (résultats non satisfaisants, défaillances du Système) et le rapport précis des actions entreprises par la suite (description des réparations, nature des modifications apportées au modèle, conditions de reprise des essais, exécution d'essais complémentaires...),
- une déclaration de conformité à la spécification technique de qualification ou le rappel des points de non-conformité.

3 (B 3000) Méthode de qualification par essais

3.1 (B 3100) *Programme de qualification*

Pour chaque type de Système, le programme de qualification consiste en général en une séquence d'essais, dont les modalités et l'enchaînement sont adaptés à la nature du Système. Ce programme constitue le programme particulier de qualification du Système.

Cette séquence d'essais comporte :

- les essais de référence,
- le contrôle de l'influence de l'environnement sur le Système,
- le contrôle de l'influence du Système sur l'environnement,
- les essais de robustesse et/ou d'appréciation du comportement du Système dans le temps.

Les caractéristiques fonctionnelles qui sont vérifiées au cours ou à l'issue de chaque essai sont mentionnées dans le programme particulier de qualification du Système.

En plus des essais effectués sur des Systèmes complets, il peut être défini des essais sur les éléments constitutifs estimés les plus contraints ou les plus représentatifs des technologies utilisées.

L'essai est satisfaisant si les caractéristiques relevées sont conformes à celles indiquées dans les spécifications.

3.2 (B 3200) *Essais de référence*

Sauf indication spéciale mentionnée dans le programme particulier de qualification, ces essais sont réalisés dans les conditions de référence suivantes :

- conditions atmosphériques normales,
- valeurs nominales des grandeurs d'influence définies dans le dossier d'identification.

Ces essais sont les suivants :

- essais des caractéristiques électriques d'interface, par exemple :
  - essai de tenue diélectrique,
  - mesure de la résistance d'isolement.
- contrôle des caractéristiques fonctionnelles.

Ces essais, dont l'ordre est précisé dans les spécifications particulières constituent la référence pour la suite des essais.

Il est en outre procédé à la vérification de la conformité de l'échantillon au dossier de référence.

3.3 (B 3300) *Essais d'influence de l'environnement sur le Système*

Ces essais permettent de vérifier les caractéristiques fonctionnelles du Système à l'intérieur et aux limites du domaine nominal des grandeurs d'influence.

Pour chacune des grandeurs d'influence, les spécifications particulières précisent les caractéristiques contrôlées.

Les essais sont effectués en faisant varier chaque grandeur séparément (sauf indication contraire) ; les autres étant dans les conditions de référence .

Lorsqu'un domaine limite de fonctionnement a été défini, les spécifications particulières précisent le comportement du Système dans ce domaine.

3.4 (B 3400) *Essais d'influence du Système sur l'environnement*

L'influence du Système sur l'environnement est vérifiée par des essais appropriés chaque fois que les spécifications particulières le prévoient.

3.5 (B 3500) *Essais de robustesse et/ou d'appréciation du comportement du Système dans le temps*

Ces essais ont pour but de vérifier la robustesse du Système et/ou d'acquérir des éléments d'appréciation sur son comportement dans le temps. Ils peuvent être imbriqués avec les essais aux limites d'emploi fonctionnelles, lorsque le programme particulier de qualification le prévoit.

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF

Juin 1993 **HN 46-R-01-3**

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 3 : Conception des ensembles fonctionnels

CENTRE DE NORMALISATION

EDF
Electricité de France

Direction des Etudes et Recherches

Service Information, Prospective et Normalisation

PAGE BLANCHE

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF **HN 46-R-01-3**
Juin 1993

Titre

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 3 : Conception des ensembles fonctionnels

(General guidelines for the design and manufacturing of control, protection and telecommunication equipment for electrical networks - Part 3 : Design of functional units)

Nombre de pages 16 (y compris annexes)

Type Spécification technique

Document(s) associé(s) Remplace le projet HN 46-R-01 de Janvier 1990

Résumé La HN 46-R-01 se présente sous la forme d'un recueil en 6 parties (HN 46-R-01-1 à HN 46-R-01-6) précisant l'ensemble des directives générales de conception et de construction des matériels de contrôle-commande des réseaux électriques.

Elle regroupe en un document unique les règles ou spécifications nécessaires à l'établissement des clauses techniques des contrats entre client et fournisseur. Il fait très largement référence aux normes internationales de la CEI, aux normes nationales de la série NF C pour les matériels électriques, et aux normes nationales de la série NF EN 29000 publiées par l'AFNOR pour l'Assurance Qualité.

Auteurs Cette spécification a été rédigée par un groupe de travail composé de :

M. AUGER	DER-IPN animateur	P. LEBRETON	DPT-SPT
JL. BERGEROT	DPT-STET	D. MONTEIL	DE-SQR
P. ASSAILLY	DPT-CERT	C. REY	DE-SEPTEN
P. RAMM	DPT-SPH	A. VICAUD	DER-ERMEL
M. FOLLIOT	EDF-GDF Services-STE	G. CHAINAY	DPT-MTPT

Classe AFNOR/UTE C 4

Direction responsable EDF Production Transport
Département Contrôle Commande
1-9, rue Nicolau - 93407 St Ouen Cedex
Tél : 33(1) 49 22 95 00

Editeur EDF/DER Service IPN
Centre de Normalisation
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex
Tél : 33(1)47 65 43 31

Distributeur EDF/DER Service IPN
EDA Repro
Bât. L
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex

Accessibilité Libre

© EDF - 1993

PAGE BLANCHE

SOMMAIRE

HN-46-R-01-3 (VOLUME C) - CONCEPTION DES ENSEMBLES FONCTIONNELS

1 (C 1000) Objet 5

2 (C 2000) Règles de conception des Systèmes et de développement des logiciels 5

2.1 (C 2100) Objet 5

2.2 (C 2200) Domaine d'application 5

2.3 (C 2300) Expressions du besoin du client 6

2.3.1 (C 2310) Généralités 6

2.3.2 (C 2320) Spécifications techniques 6

2.3.2.1 (C 2321) Règles de rédaction 6

2.3.2.2 (C 2322) Utilisation 6

2.3.3 (C 2330) Spécification des objectifs de qualité 6

2.3.3.1 (C 2331) Règles de rédaction 6

2.3.3.2 (C 2332) Utilisation 8

2.3.3.3 (C 2333) Classification des applications 8

2.4 (C 2400) Réponses du Fournisseur aux besoins du client 8

2.4.1 (C 2410) Plan qualité logiciel (PQL) 8

2.4.1.1 (C 2411) Généralités 8

2.4.1.2 (C 2412) Règles de rédaction 8

2.4.1.3 (C 2413) Utilisation 8

2.4.2 (C 2420) Dossier de spécification du logiciel (DSL) 9

2.4.2.1 (C 2421) Généralités 9

2.4.2.2 (C 2422) Règles de rédaction 9

2.4.2.3 (C 2423) Utilisation 9

2.5 (C 2500) Suivi de l'application du plan qualité 9

2.5.1 (C 2510) Généralités 9

2.5.2 (C 2520) Cycle de vie 10

2.5.3 (C 2530) Plan documentaire 11

2.5.4 (C 2540) Contrôles et tests 11

3 (C 3000) Sûreté de fonctionnement 12

3.1 (C 3100) Disponibilité et sécurité de service (voir norme X 06-501 12

3.2 (C 3200) fiabilité 12

3.3 (C 3300) Maintenabilité 13

4 (C 4000) Interchangeabilité des matériels 14

4.1 (C 4100) Objet 14

4.2 (C 4200) Conditions concernant les caractéristiques des matériels 14

4.3 (C 4300) Conditions concernant l'installation 14

4.4 (C 4400) Conditions imposées par la sécurité 14

Le présent document correspond au volume C du DICOT de janvier 1990 (on a indiqué entre parenthèses dans les titres des articles et paragraphes ci-après les références des articles et paragraphes correspondants du DICOT).

1 (C 1000) Objet

La présente partie concerne les règles qui s'appliquent à la conception d'un ensemble fonctionnel qui regroupe un nombre plus ou moins grand d'équipements nécessaires à la réalisation de la fonction que doit assurer cet ensemble fonctionnel.

Cette partie contient en particulier :

- les règles de conception des Systèmes et de développement des logiciels,
- les règles à appliquer à la vérification de la disponibilité des matériels par la surveillance permanente des paramètres caractéristiques des matériels en service ou en attente et les essais périodiques effectués sur les matériels en attente,
- les règles relatives à l'interchangeabilité des matériels.

Remarques sur l'application des règles :

Il existe des systèmes associant une partie réalisée en technique analogique et une partie en technique numérique qui implique l'emploi de logiciel(s).

EDF se réserve le droit de demander au constructeur quelles sont les fonctionnalités réalisées par logiciel. Si dans un logiciel certaines fonctionnalités sont critiques vis à, vis de la sureté de fonctionnement du système, ce logiciel doit être assujetti aux règles décrites dans l'article 2 ci-après.

2 (C 2000) Règles de conception des Systèmes et de développement des logiciels

Dans le domaine du logiciel les procédures d'intervention après fabrication ne garantissent en aucun cas la qualité.

Plus encore que pour les produits matériels, la qualité doit intervenir dès le processus de conception.

De plus la qualité ne peut exister que si le concepteur utilise une METHODE définissant une gestion du développement.

Celle-ci doit tenir compte des règles de l'art en informatique et en particulier de la notion de cycle de vie du logiciel.

La démarche assurance qualité doit permettre au client de vérifier la conformité des résultats des phases de ce cycle.

2.1 (C 2100) *Objet*

Le chapitre 2 spécifie les exigences de qualité applicables aux Systèmes programmés. Il précise les méthodes et moyens nécessaires à l'obtention d'un logiciel du niveau de qualité requis.

2.2 (C 2200) *Domaine d'application*

Le chapitre 2 s'applique à tous les Systèmes programmés. Les spécifications particulières doivent en préciser les conditions d'application.

2.3 (C 2300) *Expressions du besoin du client*

2.3.1 (C 2310) *Généralités*

Les spécifications particulières (voir HN 46-R-01-1, paragraphe 4.1) comportent deux parties : d'une part les spécifications techniques du produit final, englobant logiciel et matériel, qui précisent les fonctions du Système, son environnement et ses performances, et, d'autre part, la spécification des objectifs de qualité, qui caractérise le logiciel en précisant sa nature, l'utilisation qui en sera faite, et les exigences de qualité qui lui sont associées.

2.3.2 (C 2320) *Spécifications techniques*

2.3.2.1 (C 2321) *Règles de rédaction*

Les spécifications techniques doivent définir les fonctions du Système et décrire l'environnement de celui-ci. Sauf cas particulier elles décrivent le QUOI faire et non le COMMENT faire.

Il importe de décrire TOUS les modes de fonctionnement et pas UNIQUEMENT le cas nominal : que se passe-t-il aux limites ; existence d'effet de bord ?

Leur rédaction nécessite l'utilisation de règles touchant la construction (utilisation de plan-type,...) et la validation (lectures croisées : vision du point de vue fonction, vision du point de vue données, etc.).

On trouve dans les spécifications techniques la liste des documents exigibles par le client (tous les documents produits par le cycle de vie du logiciel).

L'importance des spécifications techniques dans le cycle de vie du logiciel conduit à l'utilisation d'OUTILS. Ceux-ci permettent une modélisation fonctionnant sous deux modes :

- statique : utilise en général un modèle graphique qui, en plus de détecter les incohérences, permet une description modulaire de l'application
- dynamique : permet de vérifier la spécification en simulant le flux de données.

Comme référence SADT semble devenir un standard dans le domaine statique.

2.3.2.2 (C 2322) *Utilisation*

Il importe que les spécifications techniques soient figées le plus tôt possible. Elles peuvent être finalisées par itération avec le Fournisseur (phase initiale), mais leurs évolutions doivent être stoppées dès le démarrage du cycle de vie du logiciel.

2.3.3 (C 2330) *Spécification des objectifs de qualité*

2.3.3.1 (C 2331) *Règles de rédaction*

La rédaction de la spécification des objectifs de qualité est de la responsabilité du client.

L'objet de cette spécification est de décrire, vue du client, les objectifs qualité demandés au Fournisseur. La qualité demandée s'appuie sur la notion de FACTEURS (Mac CALL).

La traduction du besoin client en terme de facteurs n'étant pas immédiate, les aspects suivants doivent être examinés a minima.

De quelle NATURE est le logiciel ?
temps réel, scientifique, de gestion, ...

Quels sont les aspects CRITIQUES ?

Comment sera-t-il EXPLOITE ?
sera-t-il rechargeable, autonome, ...

Quelle est sa DUREE DE VIE ?

Comment sera-t-il MAINTENU ?

Sera-t-il REUTILISE ?

Les facteurs qualité du logiciel se déduisent des réponses à ce type de questions.

Mac CALL en définit 11 en utilisant 3 points de vue :

CONFORMITE FIABILITE UTILISABILITE INTEGRITE EFFICACITE	fonctionnement du produit
MAINTENABILITE FLEXIBILITE TESTABILITE	révision du produit
PORTABILITE COUPLABILITE REUTILISABILITE	transformation du produit

CONFORMITE : aptitude d'un programme à satisfaire ses spécifications et à accomplir les objectifs de mission de l'utilisateur.

FIABILITE : degré de confiance avec lequel un programme accomplira les fonctions attendues avec la précision requise.

UTILISABILITE : effort requis pour apprendre, exploiter, préparer les données d'entrée et interpréter les résultats d'un programme.

INTEGRITE : aptitude à contrôler les accès au logiciel ou aux données par des personnes non autorisées.

EFFICACITE : quantité de ressources de calcul et de code requises par un programme pour réaliser une fonction.

MAINTENABILITE : effort requis pour localiser et corriger une erreur dans un programme opérationnel.

FLEXIBILITE : effort requis pour modifier un programme opérationnel.

TESTABILITE : effort requis pour tester un programme en vue d'assurer qu'il réalise la fonction attendue.

PORTABILITE : effort requis pour transférer un programme d'une configuration matérielle et (ou) d'un environnement logiciel à un autre.

COUPLABILITE : effort requis pour coupler un Système à un autre.

REUTILISABILITE : aptitude d'un programme à être utilisé dans d'autres applications (concernant l'interface et l'objectif des fonctionnalités du programme).

En fonction du logiciel, le client pourra préciser en plus de ces facteurs, les critères et métriques qu'il souhaite voir appliquer par le Fournisseur.

2.3.3.2 (C 2332) *Utilisation*

Les spécifications des objectifs de qualité doivent servir au Fournisseur à bâtir la qualité applicable au logiciel client.

Le Fournisseur doit traduire les facteurs sous forme de CRITERES, ceux-ci pouvant être mesurés par des METRIQUES.

2.3.3.3 (C 2333) *Classification des applications*

Trois catégories d'applications C1, C2 et C3 sont définies et correspondent à 3 niveaux de critères qualité dont les exigences sont décroissantes.

La catégorie C1 concerne les applications à haut niveau de sécurité, pouvant présenter des risques pour la sécurité des personnes.

La catégorie C2 concerne les applications pouvant présenter des risques pour la sécurité des matériels, conduisant à des risques économiques importants.

La catégorie C3 concerne les applications dont la défaillance n'entraînerait que des risques économiques faibles.

Le facteur de CONFORMITE est requis quelle que soit la catégorie d'application.

La FIABILITE est requise avec un niveau qui croit de la classe 3 à la classe 1.

Outre ces deux facteurs de qualité, les applications des classes 1 et 2 réclament, a minima, l'UTILISABILITE et la TESTABILITE.

Les critères de qualité applicables dépendent de la classe du logiciel considéré.

2.4 (C 2400) *Réponses du Fournisseur aux besoins du client*

2.4.1 (C 2410) *Plan qualité logiciel (PQL)*

2.4.1.1 (C 2411) *Généralités*

Le PQL décrit les dispositions arrêtées par le Fournisseur pour satisfaire aux exigences qualités du client. Il doit décrire les MOYENS et METHODES utilisés par le Fournisseur. Ce plan qualité de logiciel ne peut exister qu'en parallèle à l'existence d'un plan de développement.

2.4.1.2 (C 2412) *Règles de rédaction*

La responsabilité de la rédaction du PQL incombe au Fournisseur. Le fascicule de documentation Z 67-130 précise la description type du contenu du PQL.

Tous les chapitres ne sont pas forcément applicables, en fonction des caractéristiques du Système, mais ils doivent figurer avec la mention "sans objet" dûment justifiée.

2.4.1.3 (C 2413) *Utilisation*

Le PQL est un document contractuel. Son approbation par le client est obligatoire avant tout développement ultérieur.

2.4.2 (C 2420) *Dossier de spécification du logiciel (DSL)*

2.4.2.1 (C 2421) *Généralités*

Le DSL permet au client de s'assurer de la bonne compréhension de son problème par le Fournisseur.

2.4.2.2 (C 2422) *Règles de rédaction*

La responsabilité en incombe entièrement au Fournisseur. La méthode retenue est celle définie dans le plan qualité logiciel.

2.4.2.3 (C 2423) *Utilisation*

Sa fourniture et sa validation par le client constitue une étape contractuelle de l'avancement du projet.

2.5 (C 2500) *Suivi de l'application du plan qualité*

2.5.1 (C 2510) *Généralités*

Le développement doit suivre une chronologie qui comprend des phases et étapes.
Les phases sont celles du cycle de vie telles que définies dans le fascicule de documentation Z 67-130 (voir paragraphe 2.5.2).
Les étapes sont des ACTIVITES auxquelles sont associés des RESULTATS ou PRODUIT ainsi qu'une RESPONSABILITE.

ACTIVITE = revue, audit, présentation de document, ...
RESULTATS = arrêt du projet, avis du client, ...
RESPONSABILITE = équipe qualité Fournisseur, client, consultant externe, ...

Par exemple lors de la fin de phase conception détaillée une REVUE du plan de test aura lieu avec AVIS du client sous la responsabilité de l'assurance qualité Fournisseur.

Le plan qualité de logiciel contient la liste des étapes, leurs occurrences, contenus et conséquences.

Le suivi du développement passe essentiellement par l'utilisation de documents. Ces documents sont ceux issus des phases du cycle de vie du logiciel.

2.5.2 (C 2520) *Cycle de vie*

Phase	Activités principales	Documents
Spécification du logiciel	Traduction des besoins du Client en : . Fonctions . Interfaces . Performances . Contraintes . Exigences Qualité	ENTREE : . Cahier des Charges SORTIE : . Dossier de Spécifications du Logiciel . Manuels provisoires d'Utilisation et Exploitation
Conception préliminaire	Conception de l'architecture du Logiciel Décomposition en chaque traitement	ENTREE : . Dossier de Spécifications du logiciel SORTIE : . Dossier de Conception Préliminaire . Dossier provisoire des Tests de Validation
Conception détaillée	Conception de chaque traitement Décomposition de chaque traitement	ENTREE : . Dossier de Conception Préliminaire SORTIE : . Dossier de Conception détaillée . Dossier provisoire des Tests Unitaires
Codage	Traduction des Traitements en code Production	ENTREE : . Dossier de Conception détaillée SORTIE : . Listage des éléments codés . Dossier des Tests Unitaires
Tests unitaires	Tests Unitaires de chaque traitement	ENTREE : . Dossier des Tests Unitaires . Dossier de Conception Détaillée SORTIE : . Dossier des Test Unitaires . Listage des éléments testés unitairement
Intégration	Assemblage progressif des traitements Tests d'intégration	. Dossier des Tests d'Intégration ENTREE : . Dossier des Tests d'Intégration . Dossier de Conception Préliminaire SORTIE : . Dossier des Tests d'Intégration . Listage des éléments testés en intégration . Dossier des Tests de Validation
Validation	Tests du Logiciel complet en fonctionnement opérationnel Recette Qualification	ENTREE : . Dossier des Tests de Validation . Dossier de Spécifications du Logiciel . Cahier de Recette SORTIE : . Dossier des Test de Validation . Dossiers définitifs des phases précédentes . Procès-verbaux de Recette et de Qualification (éventuellement) . Manuels d'Utilisation et d'Exploitation

2.5.3 (C 2530) *Plan documentaire*

Ce chapitre a pour objet de décrire les documents à produire lors du développement d'un Système utilisant des logiciels. Il complète l'article 3 (Assurance de la qualité) de la HN 46-R-01-1, et les paragraphes 4.2 (Documentation de définition) et 4.3 (Documentation de suivi de fabrication) de cette même partie de la spécification HN 46-R-01, en insistant sur les particularités dues à l'utilisation du logiciel.

La documentation fait partie du produit à réaliser (voir article 6 du le fascicule de documentation Z 67-130).

On distingue :

a) la documentation de gestion du projet

b) la documentation technique de réalisation

c) les manuels destinés à l'utilisateur.

Elle peut être un constituant du produit (tous les documents issus des phases du cycle de vie) ou une étape de suivi du projet (revue, audit,...)

La nature et l'utilisation des documents doit être décrite complètement dans le plan qualité de logiciel.

Les documents issus des phases du cycle de vie sont :

- dossier de conception préliminaire
- dossier de conception détaillée
- dossier des tests unitaires
- dossier des tests d'intégration
- dossier des tests de validation.

2.5.4 (C 2540) *Contrôles et tests*

(à l'étude)

3 (C 3000) Sûreté de fonctionnement

3.1 (C 3100) Disponibilité et sécurité de service (voir norme X 06-501)

La qualité d'un matériel se définit non seulement par sa conformité aux spécifications qui la caractérisent, mais encore par son aptitude à demeurer conforme à ces spécifications pendant sa durée de vie. La qualité désigne habituellement la conformité du matériel aux spécifications, à sa sortie d'usine, alors que son aptitude à demeurer conforme aux spécifications au cours de la période d'utilisation est définie par sa fiabilité.

La disponibilité est directement liée aux concepts de fiabilité et de maintenabilité.

La fiabilité d'un dispositif s'exprime par la probabilité que ce dispositif accomplisse une fonction requise dans des conditions d'utilisation et pendant une période de temps déterminée.

La maintenabilité se rapporte à l'aptitude d'un dispositif ou d'un Système à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise lorsque la maintenance est effectuée dans des conditions données, avec des procédures et des remèdes prescrits.

3.2 (C 3200) *fiabilité*

L'évaluation de la fiabilité comporte trois phases :

- Une phase prévisionnelle se traduisant par une étude relative à la qualité et à la mise en oeuvre des composants et par un calcul prévisionnel de la fiabilité. Pour tous les matériels conçus ou construits pour E.D.F., conformément aux présentes spécifications, il est instamment demandé aux Fournisseurs d'appliquer les principes relatifs à la fiabilité. En outre, lorsque la spécification particulière le stipule, le Fournisseur doit fournir un dossier prouvant qu'une étude prévisionnelle de la fiabilité a été effectuée. La spécification particulière doit alors préciser la M.T.B.F.[1] désirée.

  Ces éléments doivent être fournis à E.D.F. avant le début de la procédure de qualification.

  Pour un matériel de série, les défaillances constatées en exploitation ne doivent être ni des défaillances précoces, ni des défaillances d'usure. Ceci implique le plus souvent soit un déverminage sur les composants ou les sous-ensembles, soit une mise sous tension d'une certaine durée (soak-test) du matériel avant la livraison, et l'indication d'une durée de vie probable, déclarée par le Fournisseur ou éventuellement précisée dans la spécification particulière.

- Une phase d'essais au cours de laquelle le matériel subit des contraintes sévères. Pour évaluer la fiabilité au cours de ces essais, il est conseillé de se reporter à la norme NF X 06-501 et aux travaux en cours dans ce domaine.

- Une phase d'exploitation qui permet un contrôle en retour par l'étude de rapports d'avaries. Durant cette phase, les règles de maintenance préventive ou corrective sont appliquées. Ces règles doivent être énumérées dans le dossier d'identification.

  Si au cours d'une période d'exploitation, les défaillances dépassent le taux annoncé, toutes précautions étant prises dans un calcul objectif, il peut être demandé au Fournisseur d'apporter des améliorations au matériel tant au niveau de la conception qu'au niveau de la fabrication. La convention commerciale précise la participation financière du Fournisseur et d'E.D.F.

  En tout état de cause, le Fournisseur doit analyser les défaillances qui lui sont signalées et faire part à E.D.F. du résultat de son analyse. E.D.F. se réserve le droit de se faire assister par un expert de son choix.

---

[1] Moyenne des temps de bon fonctionnement, c'est l'inverse du taux de défaillance (M.T.B.F. = $1/\lambda$).

3.3 (C 3300) *Maintenabilité*

Les objectifs de maintenabilité doivent être fixés dans les spécifications particulières. Ils peuvent être exprimés en termes de M.T.T.R. (Moyenne des Temps Techniques de Réparation). Les mesures, relatives à la maintenance, préconisées par le Fournisseur doivent être exposées dans le dossier d'identification.

- Dispositifs de vérification :

  Ces dispositifs ont pour but la vérification du fonctionnement de l'appareil ou son étalonnage. Ils peuvent aussi permettre de déceler les défaillances cataleptiques, progressives ou d'usure et faciliter ainsi la localisation des défauts. Ils peuvent être simples (voyants) ou plus élaborés (moyens de contrôles séparés par exemple).

- Dispositifs de détection et de recherche des défauts :

  Ces dispositifs peuvent être manuels ou automatiques. Dans tous les cas, les dispositifs de vérification ou de détection des défauts doivent affecter le moins possible la fiabilité ou la sécurité de l'ensemble ; s'il en est autrement, cela doit être clairement indiqué. Dans le cas des équipements informatiques, le logiciel joue à ce stade un rôle important.

- D'autres points concernant également la maintenabilité sont traités dans la section trois: Technologie.

4 (C 4000) Interchangeabilité des matériels

4.1 (C 4100) *Objet*

Ce document énonce les principales règles relatives aux conditions d'interchangeabilité des matériels et de leurs éléments constitutifs.

Leur application constitue l'un des éléments permettant de maintenir un niveau de qualité suffisant lors du remplacement, en cours d'exploitation, du matériel défaillant par du matériel de rechange.

4.2 (C 4200) *Conditions concernant les caractéristiques des matériels*

Les caractéristiques électriques et mécaniques ayant une incidence sur l'interchangeabilité sont définies, ainsi que les tolérances associées.

Les valeurs de ces tolérances sont compatibles avec le respect des spécifications de l'équipement dont le matériel fait partie.

La procédure de maintenance prévoit les vérifications et réglages à faire sur le matériel, avant ou après son installation à son emplacement normal d'exploitation.

4.3 (C 4300) *Conditions concernant l'installation*

L'installation du matériel est conçue de manière à limiter les temps de démontage et de montage du matériel. Dans tous les cas, y compris pour le matériel difficilement accessible, le remplacement est réalisé par une procédure et des moyens parfaitement définis lors de la conception et disponibles en exploitation.

Les caractéristiques géométriques des éléments constitutifs concernés, ou du matériel complet lorsque le remplacement de celui-ci est prévu, sont telles qu'elles réduisent le nombre d'opérations nécessaires au démontage et au montage. Ces caractéristiques concernent à la fois les interfaces mécaniques de fixation et les raccordements (électriques, optiques, pneumatiques, hydrauliques, etc...).

4.4 (C 4400) *Conditions imposées par la sécurité*

Les facilités de remplacement du matériel ne doivent pas conduire à une erreur d'identification du matériel et, lorsque ce risque existe, des moyens sont prévus, par exemple des dispositifs de détrompage, pour éviter des possibilités d'interchangeabilité entre des matériels qui correspondent à des prescriptions techniques différentes.

Le repérage du type du matériel ou le marquage des éléments constitutifs est, pour le matériel de rechange, identique à celui du matériel installé.

Les conditions de fonctionnement du matériel ou les conditions liées à son environnement dans lesquelles on peut effectuer le changement du matériel par du matériel de rechange, sont inscrites dans la procédure de maintenance (température, mise hors tension, arrêt de certains Systèmes, etc...).

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF

Juin 1993 **HN 46-R-01-4**

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 4 : Conditions d'installation et d'utilisation

CENTRE DE NORMALISATION

EDF
Electricité de France

Direction des Etudes et Recherches

Service Information, Prospective et Normalisation

PAGE BLANCHE

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF **HN 46-R-01-4**
Juin 1993

Titre

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 4 : Conditions d'installation et d'utilisation

(General guidelines for the design and manufacturing of control, protection and telecommunication equipment for electrical networks - Part 4 : Installation and operational conditions)

Nombre de pages 25 (y compris annexes)

Type Spécification technique

Document(s) associé(s) Remplace le projet HN 46-R-01 de Janvier 1990

Résumé La HN 46-R-01 se présente sous la forme d'un recueil en 6 parties (HN 46-R-01-1 à HN 46-R-01-6) précisant l'ensemble des directives générales de conception et de construction des matériels de contrôle-commande des réseaux électriques.

Elle regroupe en un document unique les règles ou spécifications nécessaires à l'établissement des clauses techniques des contrats entre client et fournisseur. Il fait très largement référence aux normes internationales de la CEI, aux normes nationales de la série NF C pour les matériels électriques, et aux normes nationales de la série NF EN 29000 publiées par l'AFNOR pour l'Assurance Qualité.

Auteurs Cette spécification a été rédigée par un groupe de travail composé de :

M. AUGER	DER-IPN animateur	P. LEBRETON	DPT-SPT
JL. BERGEROT	DPT-STET	D. MONTEIL	DE-SQR
P. ASSAILLY	DPT-CERT	C. REY	DE-SEPTEN
P. RAMM	DPT-SPH	A. VICAUD	DER-ERMEL
M. FOLLIOT	EDF-GDF Services-STE	G. CHAINAY	DPT-MTPT

Classe AFNOR/UTE C 4

Direction responsable EDF Production Transport
Département Contrôle Commande
1-9, rue Nicolau - 93407 St Ouen Cedex
Tél : 33(1) 49 22 95 00

Editeur EDF/DER Service IPN
Centre de Normalisation
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex
Tél : 33(1)47 65 43 31

Distributeur EDF/DER Service IPN
EDA Repro
Bât. L
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex

Accessibilité Libre

© EDF - 1993

PAGE BLANCHE

SOMMAIRE

HN-46-R-01-4 (VOLUME D) - CONDITIONS D'INSTALLATION ET D'UTILISATION

1 (D 1000) Objet 7

2 (D 2000) Conditions imposées par l'environnement 8

2.1 (D 2100) Caractéristiques des alimentations 8

2.1.1 (D 2110) Alimentation à courant continu 8

2.1.2 (D 2120) Alimentation à courant alternatif 9

2.2 (D 2200) Caractéristiques des grandeurs analogiques 10

2.2.1 (D 2210) Circuits secondaires des réducteurs de mesure 10

2.2.2 (D 2220) Autres grandeurs analogiques 10

2.3 (D 2300) Perturbations électriques 10

2.4 (D 2400) Conditions climatiques 11

2.5 (D 2500) Contraintes mécaniques 11

3 (D 3000) Influence du matériel sur l'environnement 12

3.1 (D 3100) Influence électrique 12

3.1.1 (D 3110) Puissance absorbée 12

3.1.1.1 (D 3111) Alimentation auxiliaire à courant continu 12

3.1.1.2 (D 3112) Alimentation auxiliaire à courant alternatif et circuits analogiques 12

3.1.2 (D 3120) Appel de courant à la mise sous tension des circuits 13

3.1.2.1 (D 3121) Circuits à courant continu 13

3.1.2.2 (D 3122) Circuits auxiliaires à courant alternatif et circuits analogiques 13

3.1.3 (D 3130) Déformation des courants due à l'équipement alimenté 13

3.1.3.1 (D 3131) Circuits d'alimentation auxiliaire à courant continu 13

3.1.3.2 (D 3132) Circuits auxiliaires à courant alternatif 13

3.1.3.3 (D 3133) Circuits de tension 13

3.1.3.4 (D 3134) Autres circuits d'entrée-sortie (sauf circuits de courant) 13

3.1.4 (D 3140) Surtensions engendrées par l'équipement alimenté 14

3.1.5 (D 3150) Influence par rayonnement électromagnétique 14

3.2 (D 3200) Influence mécanique 14

3.3 (D 3300) Influence acoustique 14

4 (D 4000) Mise à la terre du matériel 15

4.1 (D 4100) Domaine d'application 15

4.2 (D 4200) Rôles des circuits de mise à la terre 15

4.2.1 (D 4201) Généralités 15

4.2.2 (D 4202) Mise à la terre de sécurité 15

4.2.3 (D 4203) Mise à la terre de service 15

4.2.4 (D 4204) Mise à la terre des circuits de terre électronique 15

4.2.5 (D 4205) Mise à la terre des circuits de terre téléphonique 15

4.2.6 (D 4206) Mise à la terre des circuits de protection contre la foudre 15

4.3 (D 4300) Terminologie (NF C 15-100 16

4.3.1 (D 4301) Conducteur de protection 16

4.3.2 (D 4302) Conducteur principal de protection 16

4.3.3 (D 4303) Conducteur de terre 16

4.3.4 (D 4304) Conducteur de mise à la terre du neutre 16

4.3.5 (D 4305) Prise de terre 16

4.3.6 (D 4306) Prises de terre électriquement distinctes 16

4.3.7 (D 4307) Installation de mise à la terre 16

4.3.8 (D 4308) Borne de terre de l'installation 16

4.3.9 (D 4309) Liaison équipotentielle 16

4.3.10 (D 4310) Borne de masse 16

4.3.11 (D 4311) Masse d'un appareil 17

4.3.12 (D 4312) Masse électronique 17

5 (D 5000) Règles de protection contre les perturbations électriques et électromagnétiques 18

5.1 (D 5100) Objet 18

5.2 (D 5200) Définitions - terminologie 18

5.2.1 (D 5201) Circuit de terre électronique 18

5.2.2 (D 5202) Commun - circuit commun 18

5.2.3 (D 5203) Compatibilité électromagnétique (VEI 161-01-07 18

5.2.4 (D 5204) Perturbation électromagnétique 18

5.2.5 (D 5205) Ecran électrique (VEI 151-01-14 18

5.2.6 (D 5206) Ecran magnétique (VEI 151-01-15 18

5.2.7 (D 5207) Ecran électromagnétique (VEI 161-03-26 19

5.2.8 (D 5208) Blindage (VEI 151-01-18 19

5.2.9 (D 5209) Tension de mode commun 19

5.2.10 (D 5210) Tension de mode différentiel (ou série) 19

5.2.11 (D 5211) Facteur de rejection de mode commun 19

5.2.12 (D 5212) Impédance de transfert superficiel (ZT) 19

5.2.13 (D 5213) Impédance de transfert de connecteurs coaxiaux (Z21) 19

5.3 (D 5300) Règles pour réduire les perturbations émises 19

5.3.1 (D 5310) Protection au niveau des organes de coupure ou de fermeture des circuits de puissance basse tension 19

5.3.2 (D 5320) Protection par mise sous écran de tous les générateurs de fréquences élevées 19

5.3.3 (D 5330) Protection des circuits moyenne tension 20

5.4 (D 5400) Règles d'installation pour réduire les interactions entre générateurs et récepteurs de perturbations 20

5.4.1 (D 5410) Généralités 20

5.4.2 (D 5420) Séparation des circuits 20

5.5 (D 5500) Règles de conception et de construction des matériels et des câbles pour augmenter leur immunité aux perturbations 20

5.5.1 (D 5510) Alimentations 20

5.5.2 (D 5520) Isolement galvanique des entrées et sorties 20

5.5.2.1 (D 5521) Entrées et sorties tout ou rien 20

5.5.2.2 (D 5522) Entrées analogiques 21

5.5.3 (D 5530) Câbles et connecteurs 21

5.5.3.1 (D 5531) Câbles armés de puissance et de contrôle 21

5.5.3.2 (D 5532) Câbles blindés pour les mesures et les contrôles 21

5.5.3.3 (D 5533) Câbles à structure coaxiale pour signaux impulsionnels ou faibles courants 21

5.5.3.4 (D 5534) Connecteurs coaxiaux 22

Annexe A (Normative) - Conditions climatiques 23

PAGE BLANCHE

Le présent document correspond au volume D du DICOT de janvier 1990 (on a indiqué entre parenthèses dans les titres des articles et paragraphes ci-après les références des articles et paragraphes correspondants du DICOT).

1 (D 1000) Objet

La présente partie HN-46-R-01-4 concerne les conditions imposées par l'environnement des postes électriques sur les matériels : conditions d'ambiance, conditions d'alimentation en énergie électrique et les règles constructives qui en découlent pour le matériel.

De plus, la présente partie HN-46-R-01-4 traite de l'influence du matériel lui-même sur l'environnement.

Les règles définissant les installations à basse tension des postes, qui permettent de préciser l'environnement dans lequel sont utilisés les équipements concernés par le présent Recueil, sont décrites dans le document 7 VOL.1 "Installations à Basse Tension" des "Directives techniques pour l'étude et la construction des postes" édité par le CERT d'EDF.

2 (D 2000) Conditions imposées par l'environnement

2.1 (D 2100) *Caractéristiques des alimentations*

2.1.1 (D 2110) *Alimentation à courant continu*

Tableau I

Type de source **Caractéristiques**	**Commande et contrôle**	**Télécommunications**
Tension nominale U_n	48 V ou 125 V	48 V
Mise à la terre	Le point milieu est mis à la terre à travers une résistance élevée	Le pôle + peut être mis à la terre
Domaine nominal de la tension : - en régime permanent - en régime transitoire d'une durée inférieure à 1 s	 48 V : -20%/+15% 125V : -20%/+10% ± 20 %	 48 V : -20%/+15% ± 20 %
Composante alternative de fréquence ≥ 100 Hz	Crête à crête : 3%	Crête à crête : 3% (1)
Perturbations électriques conduites	voir HN 46-R-01-6	voir HN 46-R-01-6
Variations accidentelles superposables aux précédentes (caractéristiques de réponse du chargeur	Amplitude maximale : ± 20 V si U_n = 48 V ± 40 V si U_n = 125 V durée maximale : 10 ms pente maximale : 100 V/ms	Amplitude maximale : ± 20 V durée maximale : 10 ms pente maximale : 100 V/ms
Annulation fugitive de la tension d'alimentation (court-circuit extérieur)	100%/20 ms	100%/20 ms
Autonomie minimale de la source (batterie d'accumulateurs)	4 heures	4 ou 8 heures selon le cas

(1) Composante alternative sur 48V téléphonie (valeur efficace)
- 100 Hz < 140 mV - 400 Hz < 6 mV - supérieure à 2000Hz < 1 mV
- 200 Hz < 25 mV - 600 à 2000 Hz < 3 mV

Lorsque la valeur de la tension moyenne n'est pas dans le domaine nominal (défini dans le tableau I), l'équipement ne doit émettre ni ordre, ni signalisation intempestifs. Les spécifications particulières précisent éventuellement le comportement de l'équipement dans ce cas.

Si par erreur, un équipement est alimenté par des polarités inversées, aucun composant ne doit être détérioré (à l'exception de la fusion éventuelle d'un fusible).

Les spécifications particulières doivent préciser :

- la valeur maximale du courant de court-circuit et sa durée maximale (par exemple 200A, 20ms),
- les circuits de l'équipement pouvant être parcourus par ce courant de court-circuit,
- en outre, les contraintes maximales que peut avoir à supporter l'équipement lors d'un court-circuit : courant de court-circuit et temps nécessaire à son élimination (par exemple 30A, 10s).

2.1.2 (D 2120) *Alimentation à courant alternatif*

L'alimentation à courant alternatif provient d'une source de tension triphasée.

Tableau II

Auxiliaires poste	Tension	230/400V
	Domaine nominal	-15%/+10% (1)
	Fréquence	45-55 Hz
	Taux d'harmoniques	≤ 5%
	Creux de tension	100%-200 ms (2)
		100%-500ms (3)
		100% - 10 à 40 s (4)
Onduleur	Tension	230/400V
	Domaine nominal	-5%/+5%
	Fréquence	49,5-50,5 Hz
	Taux d'harmoniques	≤ 5%
	Creux de tension	100%-20 ms
Transformateurs de tension (certains matériels de comptage sont alimentés par les TT)		voir HN 44-S-80

(1) Limite basse abaissée à -19% pour les aménagements hydrauliques
(2) Postes
(3) Réseaux BT et MT
(4) Postes SPT, avant reprise par perm. HT ou groupe

En cas de manque de tension alternative, une alimentation de secours est assurée :

- soit par une permutation de source provoquant une interruption d'une durée d'une centaine de ms environ,
- soit par une permutation de source en haute tension provoquant une interruption d'une durée de 25s environ,
- soit par un groupe électrogène après une durée d'interruption inférieure à 10s, exceptionnellement 40s.

Les spécifications particulières doivent préciser, dans chacun de ces cas, le comportement de l'équipement.

Régime du neutre : neutre à la terre

2.2 (D 2200) *Caractéristiques des grandeurs analogiques*

2.2.1 (D 2210) *Circuits secondaires des réducteurs de mesure*

La tension nominale aux bornes de l'enroulement secondaire des transformateurs de tension est de :

- $100/\sqrt{3}$ V en tension simple,
- 100 V en tension composée.

L'intensité nominale dans les circuits secondaires des transformateurs de courant est de 1 ou 5A.

Les spécifications particulières doivent préciser toutes les autres caractéristiques des grandeurs analogiques auxquelles doit satisfaire l'équipement notamment :

- le courant nominal In = 1 ou 5 A,
- les domaines nominal et limite de ces grandeurs,
- le domaine de variation de la fréquence,
- le taux d'harmoniques ainsi que leur rang,
- le taux de composante inverse dans le courant,
- les perturbations électriques (surtensions),
- les valeurs que peuvent prendre les courants et les tensions en régime de défaut ainsi que la durée de ces défauts...

2.2.2 (D 2220) *Autres grandeurs analogiques*

S'il existe d'autres grandeurs analogiques, auxquelles l'équipement doit satisfaire, les spécifications particulières doivent préciser les caractéristiques de ces grandeurs.

2.3 (D 2300) *Perturbations électriques*

Les circuits à basse tension des postes sont le siège de perturbations transitoires à basse fréquence (entre 50Hz et une dizaine de kHz) et à haute fréquence (entre 100kHz et quelques dizaines de MHz). Si les phénomènes à basse fréquence semblent peu contraignants pour les équipements il est nécessaire par contre de prendre vis-à-vis des phénomènes à haute fréquence des précautions pour garantir le bon fonctionnement de ces équipements. Ces perturbations à haute fréquence sont engendrées principalement : par la manoeuvre des appareils haute tension, les défauts affectant le réseau ainsi que la coupure d'éléments inductifs sur les circuits à basse tension. Elles se présentent sous la forme d'ondes oscillatoires amorties. Elles se transmettent soit par élément commun, par couplage capacitif ou inductif, soit par rayonnement électromagnétique. Elles sont de mode commun (entre conducteurs et terre) ou de mode différentiel (entre conducteurs).

Etant donné la diversité des phénomènes mis en jeu, leur variation dans le temps, toute valeur numérique ne peut être relative qu'à une configuration électrique particulière. Par conséquent, préciser des valeurs n'est guère significatif pour caractériser les contraintes électriques résultantes et c'est dans la partie HN-46-R-01-6 de cette spécification que des valeurs conventionnelles sont données (épreuve diélectrique à 50Hz, onde de choc, essai aux parasites) qui, à défaut d'être l'image des phénomènes réels, permettent de dimensionner raisonnablement le matériel.

Si le Fournisseur a prévu des mesures particulières contre les perturbations électriques, il doit préciser les dispositions à respecter (mise à la terre...).

2.4 (D 2400) *Conditions climatiques*

Les conditions de température et d'humidité relative de l'air sont spécifiées en fonction des caractéristiques climatiques (classe) du lieu dans lequel l'équipement est destiné à séjourner. L'annexe A indique les températures ambiantes (voir définition (1)) et les taux d'humidité relative auxquels peuvent être soumis les équipements suivant la classe à laquelle ils se rapportent, et ce pour les domaines nominal et limite de fonctionnement et pour le stockage et le transport ; la classe doit être précisée dans les spécifications particulières.

(1) Température ambiante (VEI 441-02-06) :

Température déterminée dans des conditions prescrites de l'air qui entoure la totalité de l'appareil de connexion (par exemple pour des appareils de connexion enfermés, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe).

(2) Domaine nominal de fonctionnement :

Domaine des valeurs que peut prendre une grandeur d'influence quand les prescriptions concernant l'erreur déterminée dans les conditions nominales de fonctionnement sont remplies.

(3) Domaine limite de fonctionnement :

Domaine des valeurs que peut prendre une grandeur d'influence au-delà du domaine nominal de fonctionnement, dans lequel un équipement peut encore fonctionner sans qu'il en résulte de détérioration ni de dégradation de ses qualités de fonctionnement lorsqu'il fonctionne à nouveau dans les conditions nominales de fonctionnement.

(4) Conditions de stockage et de transport :

Ensemble des conditions climatiques auxquelles l'équipement peut être soumis, pendant qu'il n'est pas en service, sans qu'il en résulte de détérioration ni de dégradation de ses qualités de fonctionnement lorsqu'il fonctionne à nouveau dans les conditions nominales de fonctionnement.

Les trois définitions ci-dessus sont extraites de la publication CEI 359.

Les conditions normales de fonctionnement tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des locaux sont caractérisées par :

- air non filtré contenant une proportion normale de poussière,
- absence d'atmosphère corrosive,
- altitude inférieure à 2000m.

Si dans certaines conditions d'exploitation de l'équipement il apparaît des contraintes différentes de celles mentionnées ci-dessus (température particulière de fonctionnement d'un équipement, compte tenu de conditions propres d'installation, poussières, atmosphère corrosive...) celles-ci doivent être précisées dans les spécifications particulières.

2.5 (D 2500) *Contraintes mécaniques*

Les matériels peuvent être soumis à des secousses, des vibrations, des chocs, soit pendant leur transport, soit pendant leur exploitation. A l'heure actuelle, il est difficile de faire une classification sérieuse des matériels en fonction de leur environnement mécanique. Certains essais, issus des normes existantes et décrits dans la partie HN-46-R-01-6 permettent de vérifier la robustesse mécanique d'un équipement.

3 (D 3000) Influence du matériel sur l'environnement

3.1 (D 3100) *Influence électrique*

3.1.1 (D 3110) *Puissance absorbée*

3.1.1.1 (D 3111) *Alimentation auxiliaire à courant continu*

La puissance dont peut disposer l'équipement doit être définie, si nécessaire, dans les spécifications particulières.

Tout dispositif d'alimentation d'un équipement (convertisseur, alimentation stabilisée, etc), qu'il constitue un appareil distinct ou qu'il soit incorporé à l'équipement, absorbant une puissance P_{ne} supérieure ou égale à 30W, a un rendement minimal imposé. Ce rendement, fonction de la tension nominale de sortie Us du dispositif d'alimentation et de la puissance de sortie P_{ns} nécessaire à la consommation maximale de l'appareil alimenté, est donné dans le tableau III.

Pour toute puissance de sortie inférieure à 15W il n'y a pas de garantie de rendement, mais la puissance absorbée doit rester inférieure à 30W.

Dans le cas d'un dispositif d'alimentation à sorties multiples, le rendement minimal pondéré est défini par la formule :

$$\rho_{min}=\Sigma\rho_i\frac{P_{nsi}}{P_{ns}}$$

Tableau III

U_S (V)	P_{ns} (W)	Rendement minimal ρ à P_{ns} d'un convertisseur avec simple régulation	Rendement minimal ρ à P_{ns} d'un convertisseur avec double régulation (1) ou d'une alimentation stabilisée
$U_S < 6$	$P_{ns} > 15$	65	50
$6 \le U_S \le 12$	$15 \le P_{ns} < 60$ $60 \le P_{ns} < 240$ $240 \le P_{ns}$	70 75 80	60 65 70
$12 < U_S$	$15 \le P_{ns} < 60$ $60 \le P_{ns} < 240$ $240 \le P_{ns}$	75 80 85	70 75 80
(1) En plus de la régulation du dispositif à découpage une deuxième régulation, assurant une régulation et un filtrage supplémentaire est mise en oeuvre.			

3.1.1.2 (D 3112) *Alimentation auxiliaire à courant alternatif et circuits analogiques*

Les spécifications particulières doivent définir, si nécessaire, la puissance dont peut disposer l'équipement. Elles définissent, en outre, s'il y a lieu :

- le rendement minimal,
- le facteur de puissance minimal.

3.1.2 (D 3120) *Appel de courant à la mise sous tension des circuits*

3.1.2.1 (D 3121) *Circuits à courant continu*

Le tableau IV indique la valeur maximale instantanée du courant i admise pour chaque dispositif d'alimentation :

i : valeur du courant instantané absorbé par chaque dispositif d'alimentation,

I_n : valeur du courant en régime établi absorbé par chaque dispositif d'alimentation; elle correspond à la puissance nominale de l'équipement alimenté en cours de fonctionnement,

t : temps après la mise sous tension.

Tableau IV

t	i	
50 µs ≤ t < 1,5 ms	i < 20 A	Si $I_n \leq 2A$
	i < 10 I_n	Si $I_n > 2A$
1,5 ms ≤ t < 500 ms	i < 10 A	Si $I_n \leq \frac{10A}{3}$
	i < 3 I_n	Si $I_n > \frac{10A}{3}$
500 ms ≤ t	i < 1,2 I_n	

3.1.2.2 (D 3122) *Circuits auxiliaires à courant alternatif et circuits analogiques*

Les spécifications particulières définissent, s'il y a lieu, la valeur instantanée maximale du courant dans ces circuits.

3.1.3 (D 3130) *Déformation des courants due à l'équipement alimenté*

L'équipement ne doit pas produire de signal parasite susceptible de troubler le fonctionnement des matériels voisins.

3.1.3.1 (D 3131) *Circuits d'alimentation auxiliaire à courant continu*

La valeur maximale admissible de la composante alternative dans le courant continu absorbé, dû à l'équipement alimenté, ne peut être définie que par des conditions d'essai. Celles-ci sont données dans la section quatre de ce document.

3.1.3.2 (D 3132) *Circuits auxiliaires à courant alternatif*

Le facteur de distorsion, dû à l'équipement alimenté, admissible sur le courant absorbé doit être précisé dans les spécifications particulières.

3.1.3.3 (D 3133) *Circuits de tension*

Le facteur de forme, $\frac{\text{valeur de crête}}{\text{valeur efficace}}$ dû à l'équipement alimenté, admissible sur le courant absorbé, doit être inférieur à 5, sauf prescription contraire indiquée dans les spécifications particulières.

3.1.3.4 (D 3134) *Autres circuits d'entrée-sortie (sauf circuits de courant)*

La déformation des courants engendrée par ces circuits doit être définie, s'il y a lieu, dans les spécifications particulières.

3.1.4 (D 3140) *Surtensions engendrées par l'équipement alimenté*

Les circuits internes de l'équipement ne doivent émettre aucune surtension impulsionnelle ou oscillatoire amortie de mode commun ou de mode différentiel d'amplitude supérieure à :

- 100 V sur les circuits raccordés aux transformateurs de mesure,
- 100 V sur les circuits d'alimentation 48V à courant continu,
- 250 V sur les circuits d'alimentation 125V à courant continu,

la mesure étant effectuée comme indiqué dans la partie HN-46-R-01-6 de cette spécification.

3.1.5 (D 3150) *Influence par rayonnement électromagnétique*

(A l'étude).

3.2 (D 3200) *Influence mécanique*

L'équipement a une influence mécanique sur l'environnement, principalement par sa masse et ses dimensions :

- la charge au sol ne doit pas dépasser 500dN/m^2,
- la hauteur maximale de l'équipement est fixée à 2 m, lorsqu'il est installé à l'intérieur de bâtiments de relayage et à 2,25 m à l'intérieur des bâtiments industriels. Les spécifications particulières peuvent fixer des hauteurs maximales inférieures à ces valeurs.

3.3 (D 3300) *Influence acoustique*

(A l'étude).

4 (D 4000) Mise à la terre du matériel

4.1 (D 4100) *Domaine d'application*

Le présent chapitre s'applique aux raccordements sur les circuits de mise à la terre des diverses parties des installations.

4.2 (D 4200) *Rôles des circuits de mise à la terre*

4.2.1 (D 4201) *Généralités*

D'une façon générale, une liaison électrique entre les parties conductrices et la prise de terre est établie pour garantir la protection du personnel et du matériel, notamment à l'égard des courants à fréquence industrielle ou des surtensions d'origine atmosphérique.

4.2.2 (D 4202) *Mise à la terre de sécurité*

La mise à la terre de sécurité fixe le potentiel :

- de toutes les parties conductrices métalliques ou métallisées du matériel électrique (carcasses de machines, enveloppes conductrices, chemins de câbles) y compris les armatures des appareils d'éclairage et des prises de courant si la tension d'alimentation est supérieure à 24 volts efficaces entre phase et terre,
- de tous les organes conducteurs de commande des appareils tels que volants, poignées, etc.
- de tous les dispositifs métalliques de protection : portes, grillages,
- des armures et écrans des câbles,
- des enveloppes métalliques.

4.2.3 (D 4203) *Mise à la terre de service*

La mise à la terre de service fixe le potentiel des points neutres des réseaux électriques triphasés, soit directement, soit par l'intermédiaire d'impédances de valeurs définies.

4.2.4 (D 4204) *Mise à la terre des circuits de terre électronique*

La mise à la terre des circuits de terre électronique fixe le potentiel des masses électroniques et des blindages des circuits électroniques.

4.2.5 (D 4205) *Mise à la terre des circuits de terre téléphonique*

La mise à la terre des circuits de terre téléphonique fixe le potentiel des enveloppes ou supports métalliques du matériel, des armatures, feuillards, tresses ou fils de continuité des câbles de transmission, ainsi que du pôle positif de la batterie d'alimentation, lorsque les circuits téléphoniques ont une source d'alimentation commune.

4.2.6 (D 4206) *Mise à la terre des circuits de protection contre la foudre*

Cette mise à la terre est destinée à écouler des décharges d'origine atmosphérique et à protéger le personnel et le matériel contre les surtensions d'origine atmosphérique.

4.3 (D 4300) *Terminologie (NF C 15-100)*

4.3.1 (D 4301) *Conducteur de protection*

Conducteur utilisé dans certaines mesures de protection contre les contacts indirects et reliant des masses :

- soit à d'autres masses,
- soit à des éléments conducteurs,
- soit à des prises de terre, à un conducteur relié à la terre ou à une partie active reliée à la terre.

4.3.2 (D 4302) *Conducteur principal de protection*

Conducteur de protection auquel sont reliés les conducteurs de protection des masses, les conducteurs de terre et éventuellement les conducteurs de liaisons équipotentielles.

4.3.3 (D 4303) *Conducteur de terre*

Conducteur de protection relié à une prise de terre.

4.3.4 (D 4304) *Conducteur de mise à la terre du neutre*

Conducteur reliant un point du conducteur neutre à une prise de terre.

4.3.5 (D 4305) *Prise de terre*

Toute pièce ou tout ensemble de pièces conductrices enfouies dans le sol assurant une liaison électrique efficace avec la terre.

4.3.6 (D 4306) *Prises de terre électriquement distinctes*

Prises de terre suffisamment éloignées les unes des autres pour que le courant maximal susceptible d'être écoulé par l'une d'entre elles ne modifie pas sensiblement le potentiel des autres.

4.3.7 (D 4307) *Installation de mise à la terre*

Ensemble constitué d'une prise de terre ou de plusieurs prises de terre interconnectées et des conducteurs de protection et conducteurs de terre correspondants.

4.3.8 (D 4308) *Borne de terre de l'installation*

Borne de connexion des conducteurs de protection de l'installation au conducteur principal de protection.

4.3.9 (D 4309) *Liaison équipotentielle*

Liaison électrique spéciale destinée à mettre au même potentiel, ou à des potentiels voisins, des masses ou des éléments conducteurs.

4.3.10 (D 4310) *Borne de masse*

Borne sur une masse destinée à recevoir le conducteur de protection.

4.3.11 (D 4311) *Masse d'un appareil*

Ensemble des pièces métalliques d'un appareil qui sont normalement hors tension et réunies au bâti ou support de l'appareil.

Commentaire :
Cette définition est extraite de la Publication CEI 50.

4.3.12 (D 4312) *Masse électronique*

Ensemble des pièces métalliques et circuits d'un appareil électronique reliés directement à une des bornes de sortie du système d'alimentation interne.

Commentaire : Dans le cas où une bonne immunité aux parasites est nécessaire, la masse électronique est isolée de la masse de l'appareil.

5 (D 5000) Règles de protection contre les perturbations électriques et électromagnétiques

5.1 (D 5100) *Objet*

L'environnement électrique dans lequel se trouve l'ensemble du contrôle-commande impose des règles de conception et d'installation des matériels électriques et électroniques permettant de réduire ou de supprimer l'effet de tous les types de perturbation : électriques, magnétiques, électromagnétiques et radioélectriques.

Les matériels électriques et électroniques sont conçus, d'une part pour émettre le moins possible de perturbations électriques et électromagnétiques, et d'autre part pour être insensibles aux perturbations d'origine externe et interne, cette caractéristique est appelée : "la compatibilité électromagnétique", la définition en est donnée dans le chapitre D 5200 suivant : Définitions - Terminologie.

5.2 (D 5200) *Définitions - terminologie*

5.2.1 (D 5201) *Circuit de terre électronique*

Conducteur ou ensemble de conducteurs destinés à relier un point du commun mesure (ou une borne connectée à ce commun) d'un appareil à un point de l'installation de mise à la terre.

5.2.2 (D 5202) *Commun - circuit commun*

Chaque groupe de conducteurs constituant un circuit unique de référence de potentiel des circuits électriques ou électroniques dans un ensemble ou un sous-ensemble.

On distingue plusieurs communs : commun mesure, commun blindage, commun alimentation, etc.

5.2.3 (D 5203) *Compatibilité électromagnétique (VEI 161-01-07)*

Aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement.

Commentaire : l'environnement électromagnétique englobe aussi bien la conduction que le rayonnement; la compatibilité électrique est donc comprise dans le terme "compatibilité électromagnétique".

5.2.4 (D 5204) *Perturbation électromagnétique ; parasite (électromagnétique) (VEI 161-01-05)*

Phénomène électromagnétique, susceptible de créer des troubles de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système, ou d'affecter défavorablement la matière vivante ou inerte.

Note - Une perturbation électromagnétique peut être un bruit électromagnétique, un signal non désiré ou une modification du milieu de propagation lui-même.

5.2.5 (D 5205) *Ecran électrique (VEI 151-01-14)*

Ecran conducteur destiné à réduire la pénétration d'un champ électrique dans une région déterminée.

5.2.6 (D 5206) *Ecran magnétique (VEI 151-01-15)*

Ecran ferromagnétique destiné à réduire la pénétration d'un champ magnétique dans une région déterminée.

5.2.7 (D 5207) *Ecran électromagnétique (VEI 161-03-26)*

Ecran conducteur destiné à réduire la pénétration d'un champ électromagnétique variable dans une région déterminée.

5.2.8 (D 5208) *Blindage (VEI 151-01-18)*

Enveloppe ou cloison installée à des fins de protection mécanique.

Note : on emploie souvent improprement le terme "blindage" à la place du terme "écran".

5.2.9 (D 5209) *Tension de mode commun*

Dans un circuit, tension entre un fil et la masse quand la tension différentielle est nulle.

5.2.10 (D 5210) *Tension de mode différentiel (ou série)*

Dans un circuit, tension entre deux fils au niveau des bornes d'entrée ou de sortie d'un appareil.

5.2.11 (D 5211) *Facteur de rejection de mode commun*

Rapport entre la tension de mode commun et la tension de mode différentiel qui donnent le même signal de sortie.

5.2.12 (D 5212) *Impédance de transfert superficiel (ZT)*

L'impédance de transfert superficiel d'un câble coaxial ZT est le rapport entre la tension induite dans le conducteur central et le courant circulant dans un mètre de blindage.

5.2.13 (D 5213) *Impédance de transfert de connecteurs coaxiaux (Z21)*

Le connecteur est considéré comme un quadripôle.

I1 courant d'entrée - V2 tension de sortie

$$Z21 = \frac{V_2}{I_1}$$

5.3 (D 5300) *Règles pour réduire les perturbations émises*

5.3.1 (D 5310) *Protection au niveau des organes de coupure ou de fermeture des circuits de puissance basse tension*

L'énergie libérée par la commutation de charges inductives (contacteurs, relais, électrovannes,etc.) peut être, si besoin dissipée dans des circuits placés en parallèle avec la bobine tels que :

- résistance linéaire ou non linéaire,
- condensateur et résistance en série,
- diodes à commutation rapide.

Lors de l'utilisation de ces circuits de dissipation, ceux-ci sont largement dimensionnés et sont installés le plus près possible des sources de perturbations de façon à en limiter la transmission.

5.3.2 (D 5320) *Protection par mise sous écran de tous les générateurs de fréquences élevées*

Les armoires et les châssis électroniques comportent des oscillateurs qui émettent des rayonnements importants dès que leur fréquence dépasse un certain seuil.

Afin de réduire les champs électromagnétiques produits, il est nécessaire de placer les oscillateurs dans des enceintes formant écran ; les câbles de liaison de ces oscillateurs, s'ils véhiculent des courant HF, doivent être aussi placés sous écran ; pour ce faire, il est nécessaire d'utiliser des câbles écrantés (blindés).

L'efficacité de l'atténuation dépendra essentiellement de la qualité des divers écrans et de la qualité de leurs liaisons électriques.

5.3.3 (D 5330) *Protection des circuits moyenne tension*

Elles font l'objet d'études cas par cas.

5.4 (D 5400) *Règles d'installation pour réduire les interactions entre générateurs et récepteurs de perturbations*

5.4.1 (D 5410) *Généralités*

Les câbles électriques, leurs écrans, les chemins de câbles sont générateurs et récepteurs de perturbations.

Les règles évidentes d'installation sont, d'une part la séparation et l'éloignement afin de réduire les interactions, et d'autre part, la recherche d'une bonne équipotentialité des masses afin de réduire les courants de circulation aussi bien dans les armures et blindages que dans tous les cheminements métalliques.

5.4.2 (D 5420) *Séparation des circuits*

Les câbles sont regroupés par nature et installés sur les mêmes chemins de câbles ; un chemin de câble est caractérisé par la nature du câble qu'il supporte.

5.5 (D 5500) *Règles de conception et de construction des matériels et des câbles pour augmenter leur immunité aux perturbations*

Ces règles concernent l'ensemble des matériels électroniques, les divers automates programmables et calculateurs intervenant dans le contrôle-commande.

5.5.1 (D 5510) *Alimentations*

Dans le cas où les ensembles électroniques sont sensibles aux perturbations ou sont eux-mêmes générateurs de perturbations importantes, il est nécessaire d'assurer le découplage des alimentations de ces matériels par rapport à la source. La qualité du découplage est vérifiée par essai.

5.5.2 (D 5520) *Isolement galvanique des entrées et sorties*

5.5.2.1 (D 5521) *Entrées et sorties tout ou rien*

L'isolement galvanique des entrées et sorties est réalisé si nécessaire au moyen de relais électromagnétiques, au moyen de transformateurs, ou encore à l'aide de coupleurs optoélectroniques.

L'efficacité de ces isolements est vérifiée en mode série et en mode commun, à l'aide d'un générateur d'onde oscillatoire amortie et d'un générateur d'onde de choc. Ces générateurs sont branchés sur les deux bornes du circuit d'entrée en mode série, entre une borne du circuit d'entrée et la masse en mode commun.

5.5.2.2 (D 5522) *Entrées analogiques*

L'isolement galvanique est réalisé si besoin est, à l'aide de modules d'isolement par transformateur, ou par coupleur opto-électronique, ou par capacité.

Le taux de réjection de tension de mode commun est spécifié en fonction des besoins requis.

Le bon comportement aux perturbations est vérifié en mode série et en mode commun à l'aide de générateurs d'onde amortie et d'onde de chocs spécifiées, appliquées aux bornes d'entrées des modules d'isolement.

5.5.3 (D 5530) *Câbles et connecteurs*

5.5.3.1 (D 5531) *Câbles armés de puissance et de contrôle*

Dans le but d'assurer une protection mécanique, les câbles sont en général armés à l'aide d'enroulements de feuillard d'acier simple ou double ; ces feuillards qui assurent une protection mécanique ne peuvent être considérés comme un véritable écran électrique ou électromagnétique.

5.5.3.2 (D 5532) *Câbles blindés pour les mesures et les contrôles*

Les conducteurs sont torsadés par paires, les courants basse fréquence induits dans les boucles des torsades en opposition s'annulant dans chacun des conducteurs. Les paires torsadées sont recouvertes d'une tresse métallique en cuivre étamé de faible résistance linéique et de taux de recouvrement au moins égal à 70% ; cette tresse reliée à la terre à une extrémité du câble constitue un excellent écran vis-à-vis des perturbations BF (50Hz et harmoniques).

Commentaire :

1 - Dans certains cas, la mise à la terre de l'écran à une seule extrémité peut entraîner une différence de potentiel importante entre la terre et l'autre extrémité et de ce fait provoquer ainsi un claquage.

2 - La mise à la terre de l'écran aux deux extrémités protège les conducteurs des perturbations HF, mais cette mise à la terre de l'écran aux deux extrémités entraîne la circulation d'un courant dans l'écran qui doit être dimensionné en conséquence.

5.5.3.3 (D 5533) *Câbles à structure coaxiale pour signaux impulsionnels ou faibles courants*

Les câbles utilisés comportent un écran possédant un taux de recouvrement au moins égal à 0,7 (protection contre l'action directe des perturbations sur l'âme centrale) et une conductibilité aussi bonne que possible pour pouvoir supporter des courants de gaine importants (circulation symétrique) sans provoquer de perturbations sur l'âme centrale.

1 - Câbles à structure coaxiale à haute immunité

Pour satisfaire la condition de bonne conductibilité de la tresse, les câbles actuels possèdent plusieurs tresses constituées par un matériau de forte conductivité ; du fait de l'effet de peau, l'impédance de transfert d'un câble est fonction de la fréquence : elle diminue (l'immunité augmente) lorsque la fréquence augmente jusqu'à une valeur dite de "résonance" (quelques megahertz) puis le phénomène s'inverse.

La longueur du câble est adaptée en fonction de son impédance de transfert du blindage afin d'éviter les résonances qui pourraient perturber l'électronique de traitement.

Les câbles recommandés correspondent aux caractéristiques suivantes :

- câbles à haute immunité : 3 tresses non isolées,
- câbles à très haute immunité : 3 tresses et 2 rubans intertresses à haute perméabilité en mumétal.

2 - Câbles à structure coaxiale à traitement antimicrophonique

L'effet microphonique est l'apparition de signaux électriques parasites provoqués par des déformations (courbure, torsion, chocs, vibrations) appliquées au câble.

Les câbles destinés à mesurer les courants continus très faibles doivent subir un traitement antimicrophonique ; l'efficacité de ce traitement est définie par le rapport entre les signaux de microphonie obtenus sur un matériel non traité et ceux mesurés sur le matériel de mêmes caractéristiques ayant subi un traitement déterminé.

5.5.3.4 (D 5534) *Connecteurs coaxiaux*

Ils ont des caractéristiques mécaniques et électriques telles que leur présence ne modifie en rien l'immunité aux parasites des câbles sur lesquels ils sont montés.

Les connecteurs pour ce faire sont conçus de manière à introduire la plus faible résistance possible entre les deux parties à raccorder ; l'écran est continu et de révolution par rapport au conducteur central.

Annexe A (Normative) - Conditions climatiques

Classe	1	2	3	4	5	6
Fonctionnement :						
Domaine nominal [°C]	+15, +30 (3K2)	+5, + 40 (3K4)	- 5, + 45 (3K5)	- 10, + 55	- 25, + 55 (3K6)	- 25, + 55 (3K6)
Taux d'humidité [%]	10/75	5/95	5/95	"5/95"	10/100	10/100
Condensation	sans	avec	avec	avec	avec	avec
Domaine limite [°C]	+ 5, + 40 (3K3-3K4)	- 5, + 45 (3K5)	- 10, + 55	- 25, + 70(3K8H)	- 25, + 55 (3K6)	- 40, + 70 (3K7)
Taux d'humidité [%]	5/85	5/95	5/95	10/100	10/100	10/100
Condensation	sans	avec	avec	avec	avec	avec
Press. atm. kPa	86/106	86/106	86/106	86/106	86/106	70/106
Conditions d'emploi de l'équipement	Local climatisé	Local chauffé et ventilé	Local chauffé et ventilé (avec panne éventuelle du chauffage	Local fermé non chauffé non ventilé	Local ouvert Conditions climatiques difficiles	Equipement protégé Conditions climatiques difficiles en altitude
matériel protégé						
matériel non protégé				matériel à l'extérieur, à l'air libre ou dans un cofret non chauffé		

Stockage et transport						
Temperature [°C]/Classe	- 25, + 70 (2K3)	- 25, + 70 (2K3)	- 25, + 70 (2K3)	- 25, + 70 (2K3)	- 40, + 70 (2K4)	- 40, + 70 (2K4)
Taux d'humidité [%]	10/100	10/100	10/100	10/100	10/100	10/100
Condensation	avec	avec	avec	avec	avec	avec
Press. atm. kPa	70/106	70/106	70/106	70/106	70/106	70/106

Les classes indiquées entre parenthèses sont celles de la CEI 721 ; exemple : (3K2)

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF

Juin 1993 **HN 46-R-01-5**

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 5 : Eléments constitutifs des matériels

CENTRE DE NORMALISATION

EDF
Electricité de France

Direction des Etudes et Recherches

Service Information, Prospective et Normalisation

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF **HN 46-R-01-5**
Juin 1993

Titre

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 5 : Eléments constitutifs des matériels

(General guidelines for the design and manufacturing of control, protection and telecommunication equipment for electrical networks - Part 5 : Equipment elements)

Nombre de pages 40 (y compris annexes)

Type Spécification technique

Document(s) associé(s) Remplace le projet HN 46-R-01 de Janvier 1990

Résumé La HN 46-R-01 se présente sous la forme d'un recueil en 6 parties (HN 46-R-01-1 à HN 46-R-01-6) précisant l'ensemble des directives générales de conception et de construction des matériels de contrôle-commande des réseaux électriques.

Elle regroupe en un document unique les règles ou spécifications nécessaires à l'établissement des clauses techniques des contrats entre client et fournisseur. Il fait très largement référence aux normes internationales de la CEI, aux normes nationales de la série NF C pour les matériels électriques, et aux normes nationales de la série NF EN 29000 publiées par l'AFNOR pour l'Assurance Qualité.

Auteurs Cette spécification a été rédigée par un groupe de travail composé de :

M. AUGER	DER-IPN animateur	P. LEBRETON	DPT-SPT
JL. BERGEROT	DPT-STET	D. MONTEIL	DE-SQR
P. ASSAILLY	DPT-CERT	C. REY	DE-SEPTEN
P. RAMM	DPT-SPH	A. VICAUD	DER-ERMEL
M. FOLLIOT	EDF-GDF Services-STE	G. CHAINAY	DPT-MTPT

Classe AFNOR/UTE C 4

Direction responsable EDF Production Transport
Département Contrôle Commande
1-9, rue Nicolau - 93407 St Ouen Cedex
Tél : 33(1) 49 22 95 00

Editeur EDF/DER Service IPN
Centre de Normalisation
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex
Tél : 33(1)47 65 43 31

Distributeur EDF/DER Service IPN
EDA Repro
Bât. L
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex

Accessibilité Libre

© EDF - 1993

PAGE BLANCHE

SOMMAIRE

HN 46-R-01-5 (VOLUME E) - ELÉMENTS CONSTITUTIFS DES MATÉRIELS

1 (E 1000) Généralités 7

1.1 (E 1100) Objet 7

1.2 (E 1200) Règles de choix 7

2 (E 2000) Eléments constitutifs électroniques 8

2.1 (E 2100) Composants électroniques 8

2.1.01 (E 2101) Objet 8

2.1.1 (E 2110) Choix des composants et des fournisseurs associés 8

2.1.1.1 (E 2111) Preuve de qualité par listes ou systèmes officiels 9

2.1.1.2 (E 2112) Preuve de qualité par retour d'expérience 9

2.1.1.3 (E 2113) Preuve de qualité par essais de type 10

2.1.1.4 (E 2114) Exigences techniques particulières à certaines familles de composants 10

2.1.2 (E 2120) Emploi des composants dans les circuits 11

2.1.2.1 (E 2121) Dispositions générales 11

2.1.2.2 (E 2122) Limitations d'emploi de certaines familles de composants 11

2.1.3 (E 2130) Contrôle des approvisionnements 12

2.1.3.1 (E 2131) Approvisionnements couverts par un agrément 12

2.1.3.2 (E 2132) Approvisionnements couverts par un protocole d'accord "fabricant/fournisseur" 13

2.1.3.3 (E 2133) Approvisionnements non couverts par un agrément ou un protocole d'accord 13

2.1.3.4 (E 2134) Approvisionnements de circuits intégrés de faible ancienneté de fabrication 14

2.1.4 (E 2140) Pérennité et stockage des approvisionnements 15

2.2 (E 2200) Modules électroniques 16

2.2.1 (E 2210) Règles de conception 16

2.2.2 (E 2220) Règles de fabrication 17

2.2.2.1 (E 2221) Règles générales 17

2.2.2.2 (E 2222) Réparation des cartes imprimées nues ou équipées 19

2.2.2.3 (E 2223) Modification des cartes imprimées, nues ou équipées 20

2.2.3 (E 2230) Règles de contrôle 23

2.3 (E 2300) Blocs d'alimentation générale 24
2.3.1 (E 2310) Règles de conception 24
2.3.2 (E 2320) Règles de contrôle 24

3 (E 3000) Armoires, coffrets 25

3.1 (E 3100) Objet 25

3.2 (E 3200) Conception mécanique 25

3.3 (E 3300) Protection des enveloppes 25
3.3.1 (E 3310) Degrés de protection 25
3.3.2 (E 3320) Degrés de protection minimaux 26

3.4 (E 3400) Tenue des enveloppes aux agressions externes 26

3.5 (E 3500) Tenue aux vibrations, chocs et secousses 26

3.6 (E 3600) Ventilation 27

3.7 (E 3700) Règles particulières 27
3.7.1 (E 3710) Armoires électroniques 27
3.7.2 (E 3720) Coffrets 27
3.7.3 (E 3730) Tiroirs 19 pouces 27

4 (E 4000) Eléments de connectique 28

4.1 (E 4100) Câblage interne au matériel 28
4.1.1. (E 4110) Réalisation 28
4.1.2 (E 4120) Contrôle 29

4.2 (E 4200) Procédés de connectique 29
4.2.1 (E 4210) Sertissage des cosses sur conducteurs 29
4.2.2 (E 4220) Connexion par fil enroulé 30
4.2.3 (E 4230) Connexion termipoint 30
4.2.4 (E 4240) Connexion par brasage tendre 30
4.2.5 (E 4250) Connexion par clips 31
4.2.6 (E4260) Connecteurs 32

5. (E 5000) Dispositions constructives 34

5.1. (E 5100) Règles concernant l'implantation des sous-ensembles dans un système 34

5.2 (E 5200) Dispositifs d'ajustement, de contrôle et de dépannage 34

5.3 (E 5300) Inscription de repérage 34
5.3.1 (E 5310) Identification des sous-ensembles 35
5.3.2 (E 5320) Marquage des éléments constitutifs 35
5.4 (E 5400) Sécurité des personnels 35
6 (E 6000) Déverminage des systèmes ou de leurs sous-ensembles 37
6.1 (E 6100) Introduction 37
6.2 (E 6200) Domaine d'application 37
6.3 (E 6300) Modalités du déverminage 37
6.3.1 (E 6310) Règles générales 37
6.3.2 (E 6320) Classes de déverminage 37
6.3.2.1 (E 6321) Déverminage en classe T 37
6.3.2.2 (E 6322) Déverminage en classe A 38
6.3.3 (E 6330) Critères d'acceptation 38

PAGE BLANCHE

Le présent document correspond au volume E du DICOT de janvier 1990 (on a indiqué entre parenthèses dans les titres des articles et paragraphes ci-après les références des articles et paragraphes correspondants du DICOT, sauf pour l'article 2, où l'on se réfère à l'article E2000 de la révision de janvier 1993 du RCC-E).

1 (E 1000) Généralités

1.1 (E 1100) *Objet*

La présente partie comporte 6 articles :

- **1 (E 1000) : Règles générales**

  Cet article énonce les règles générales concernant le choix et l'approvisionnement des éléments constitutifs.

- **2 (E 2000) : Eléments constitutifs électroniques**

  Cet article énonce les règles particulières applicables aux composants, modules et blocs électroniques. Les relais électromécaniques, les commutateurs montés sur circuits imprimés sont assimilés à des composants électroniques.

- **3 (E 3000) : Enveloppe des matériels électriques**

  Cet article énonce les règles particulières applicables aux enveloppes des matériels électriques et à la conception des armoires et coffrets électriques.

- **4 (E 4000) : Eléments de connectique**

  Cet article énonce les règles particulières applicables aux liaisons internes dans les matériels et à leurs modes de connexion.

- **5 (E 5000) : Dispositions constructives**

  Cet article énonce les règles concernant l'implantation des sous-ensembles dans un équipement, précise les dispositifs d'ajustement, de contrôle et de dépannage, ainsi que les inscriptions et repérage des éléments constitutifs.

- **6 (E 6000) : Déverminage**

  Cet article énonce les règles à mettre en oeuvre pour déverminer les matériels, c'est-à-dire pour permettre à ceux des défauts latents qui sont de nature à se manifester à court terme en exploitation, d'apparaître et d'être décelés en usine.

1.2 (E 1200) *Règles de choix*

L'élément constitutif doit, autant que possible, être choisi dans la liste contractuelle des éléments sélectionnés, à laquelle la spécification d'équipement fait référence

S'il ne peut être choisi dans cette liste, son choix repose sur l'obtention des garanties d'aptitude à l'emploi et de fiabilité, dont le Fournisseur doit communiquer les données au Client pour accord.

2 (E 2000) Eléments constitutifs électroniques

Le présent article est homogène avec l'article homologue (E2000) de la révision du RCC-E de janvier 1993, où l'on a remplacé "le constructeur" par "EDF" (on a indiqué entre parenthèses dans les titres des paragraphes ci-après les références des paragraphes homologues de cette révision). L'article E2000 du RCC-E doit être proposé en norme française. A la sortie de celle-ci, le présent article sera remplacé par une simple référence à l'article correspondant de la norme.

2.1 (E 2100) *Composants électroniques*

2.1.01 (E 2101) *Objet*

Pour assurer le niveau de fiabilité qu'il prévoit pour ses fabrications, le fabricant de matériels électroniques maîtrise la qualité des composants et la pérennité de leur approvisionnement.

Il définit sa pratique dans ce domaine par l'établissement de règles et il veille à leur application.

Ces règles couvrent les domaines suivants :

- choix des composants et des fournisseurs associés (voir 2.1.1),
- emploi des composants dans les circuits (voir 2.1.2),
- contrôle de leur approvisionnement (voir 2.1.3),
- pérennité et stockage des approvisionnements (voir 2.1.4).

La pratique ainsi définie par un fabricant peut ne pas s'identifier en tous points aux dispositions décrites ci-après dans le présent paragraphe 2.1.

Cette pratique peut cependant être reconnue acceptable pour les dispositions concernées si le fabricant peut démontrer que la couverture des risques de l'utilisateur reste équivalente dans ce cas, à celle qui résulterait de l'application stricte des dispositions décrites ci-après.

Cette démonstration est faite par une étude analysant tous les écarts, sur laquelle l'accord préalable d'EDF est requis.

Commentaire : cette étude peut faire apparaître au fabricant la nécessité de mettre en œuvre des mesures complémentaires à sa pratique pour que cette exigence soit respectée.

2.1.1 (E 2110) *Choix des composants et des fournisseurs associés*

Les composants et les fournisseurs associés sont choisis selon des critères de qualité et de pérennité de leur fabrication.

De plus, pour certaines familles de composants tels que les circuits imprimés, les supports pour circuits intégrés, etc., des exigences techniques particulières sont spécifiées (voir 2.1.4).

Les aspects suivants sont pris en compte pour ce choix :

- technologie de fabrication stabilisée (ancienneté au moins égale à un an). Pour des produits tels que les ASIC (Application Specific Integrated Circuits), c'est l'ancienneté de l'utilisation en production de la filière technologique qui est prise en compte.

Commentaire : une filière technologique est définie comme une succession d'étapes élémentaires à réaliser dans une unité de production (diffusion-assemblage) pour fabriquer un composant. Elle est caractérisée par l'association des trois éléments : technologie, finesse de gravure, et unité de production.

- Risques d'obsolescence réduits à court-terme.

Commentaire : le choix préférentiel de produits ayant une large gamme d'utilisateurs assurant une demande importante constitue l'un des moyens qui permettent de réduire ces risques.

- Disponibilité selon deux sources d'approvisionnement (fournisseurs différents) dont le fabricant s'est assuré de l'interchangeabilité dans les conditions techniques où ces composants sont effectivement mis en œuvre dans les circuits des matériels concernés.

Commentaire : le recours à des composants disponibles en source unique est à justifier et requiert conformément au 2.1, l'accord préalable d'EDF.

- Preuves de qualité disponibles pour le couple "composant - fournisseur". Ces preuves de qualité peuvent être l'une ou l'autre des suivantes :
  - l'appartenance à des listes ou systèmes officiels (voir 2.1.1.1),
  - des statistiques issues d'un retour d'expérience organisé (voir 2.1.1.2),
  - des résultats d'essais de type (voir 2.1.1.3).

2.1.1.1 (E 2111) *Preuve de qualité par listes ou systèmes officiels*

Les listes ou systèmes officiels utilisables sont notamment :

1 les listes ou recueils de composants électroniques sous assurance de qualité et homologués d'un système :
   - international : IECQ - International Electrotechnical Commission Quality assessment system for electronic components (liste QC 00 1005),
   - européen : marque CECC - CENELEC Electronic Component Committee (liste CECC 00-200) ou liste EQML - European Qualified Manufacturer's List.

   Commentaire : liste EQML : Norme Européenne en préparation sur les bases du projet UTE C 96-025.

   - national : marque NF - (liste UTE C 00-191).

2 les listes préférentielles établies par des organismes officiels tels que :
   - En Europe : liste CECC/MUAHAG (Military Usage And Harmonisation Advisory Group),
   - Aux USA : liste QPL (Qualified Product List) du système JAN (Joint Army Navy) - norme MIL I 38510 et liste QML (Qualified Manufacturer's List) du DoD (Department of Defense) - normes MIL I 38535 et MIL I 38534.
   - En France : liste LNZ 4404 de France Télécom, liste QFT - IN 0500 du Centre National d'Études Spatiales, liste GAM-T1 de la Délégation Générale pour l'Armement.

   Commentaire : le recours à d'autres listes nécessite qu'elles soient établies selon des critères qui offrent les mêmes garanties que celles des listes ou systèmes cités.

2.1.1.2 (E 2112) *Preuve de qualité par retour d'expérience*

Le fabricant exploite un système de retour d'expérience organisé, qui lui permet de dégager des indicateurs significatifs d'évaluation de la maîtrise des fournisseurs à fabriquer des composants de qualité.

Ces indicateurs sont obtenus à partir de statistiques reposant sur des éléments tels que :

- résultat de contrôles d'approvisionnement réalisés sur des lots successifs, permettant d'observer la qualité et la variation de celle-ci dans et entre les différents lots de livraison de chaque fournisseur,
- résultat d'essais périodiques sur prélèvement,
- résultat de l'exploitation des défaillances de composants détectés sur matériel équipés lors des opérations de contrôle en cours et en fin de fabrication ou lors des retours clientèle pour réparation,
- résultat d'analyses de défaillances. Ces analyses s'appuient sur la méthode définie dans le guide UTE C 96-023 ou son équivalent pour d'autre pays.

2.1.1.3 (E 2113) *Preuve de qualité par essais de type*

Les essais de type définis en accord avec EDF montrent la qualité du composant sur le plan des caractéristiques physiques, électriques statiques et dynamiques, aux conditions nominales et limites du point de vue mise en œuvre et fiabilité.

A cet égard, ils comportent nécessairement des essais de fonctionnement prolongé sous contrainte (température, tension).

Ils sont complétés, le cas échéant, par une analyse de construction qui s'appuie sur la méthode définie dans le guide UTE C 96-023 ou son équivalent.

Les pièces trouvées en défauts lors des essais sont soumises à une analyse de défaillance, selon modalités définies dans le guide UTE C 96-023.

Les rapports d'essais correspondants, précisent, outre les résultats, toutes les informations nécessaires à l'identification (référence et code date du composant, nombre d'échantillons, fournisseur, lieu et date des essais, référence du programme,...).

Commentaire :

L'application de règles d'associativité définies par le fabricant est admise pour la réalisation des essais de type. Ces essais sont alors réalisés sur un composant type représentatif de la famille.

Les critères suivants sont retenus :

- les composants sont issus d'une même filière technologique (voir 2.1.1),
- même ordre de grandeur de la densité d'intégration,
- même genre de fonction (par exemple : logique combinatoire, logique séquentielle,...),
- même type de boîtier.

2.1.1.4 (E 2114) *Exigences techniques particulières à certaines familles de composants*

1 Support pour circuit intégré

Les contacts sont du type monobloc protégés contre l'oxydation. Un test en chaleur humide, tel que défini dans la norme NF C 93-427, a donné des résultats conformes aux critères d'acceptation.

Le support est tel qu'il ne puisse y avoir de remontée de soudure dans la zone de contact lors du brasage, notamment à la vague.

Les supports sont pourvus d'un repère de polarisation. (Si ce dernier n'existe pas, un repérage sur le circuit imprimé est prévu).

L'endurance mécanique est supérieur à 25 cycles d'insertion pour les supports de circuits à montage par insertion, à 25 cycles "insertion-blocage en position - déblocage" pour les supports recevant des circuits intégrés à montage en surface.

Nota : voir ci-après en 2.1.2.2.3 les limitations à respecter pour employer ces composants dans les circuits.

2 Cartes imprimées

Le stratifié utilisé est le verre-époxyde, selon les modèles 50 EP GC 2CU et 52 EP GC CU définis dans le recueil des spécifications particulières UTE C 93-751.

Les valeurs nominales de l'épaisseur totale du support isolant sont choisies parmi celles qui sont prescrites dans les spécifications particulières 50 et 52 du recueil UTE C 93-751, en tenant compte des contraintes de l'équipement. L'épaisseur des cartes imprimées rigides n'est pas inférieure à 0,8 mm. Conformément au guide UTE C 93-703, les conducteurs sont dimensionnés en prenant en compte notamment les critères suivants :

- élévation maximale de température admissible en régime permanent, correspondant aux courants maximaux en régime permanent, n'entraînant aucune dégradation significative de la fiabilité des cartes imprimées,
- tenue aux surcharges de courte durée éliminées par les dispositifs de protection.

Sur chaque carte figurent notamment les indications suivantes :

- marque ou monogramme du fabricant,
- désignation du modèle de la carte imprimé (non équipée).

Un emplacement est réservé pour l'inscription du numéro de série de la carte imprimée équipée de ses composants. Ces inscriptions sont indélébiles.

3 Circuits intégrés pour montage en surface

Seules sont utilisées les présentations dites en boîtiers SOP (Small-Outline Package), PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier) et LCCC (Leadless Ceramic Chip Carrier), au pas de 1,27 mm.

4 Condensateurs électrolytiques aluminium à électrolyte non solide

Ces condensateurs sont du type à longue durée de vie tel que défini dans la norme CECC 30.300 (durée de vie garantie au moins égale à 5 000 h à 85°C).

Le choix du modèle est fait en fonction de la température interne du condensateur dans l'emploi considéré et de la durée de vie minimale requise.

Nota : Voir ci-après en 2.1.2.2.2 les limitations à respecter pour employer ces composants dans les circuits.

2.1.2 (E 2120) *Emploi des composants dans les circuits*

2.1.2.1 (E 2121) *Dispositions générales*

L'emploi des composants se fait en respectant les spécifications techniques de leur fournisseur. Notamment, les seules caractéristiques pouvant être prises en compte sont celles faisant l'objet de garanties.

La détermination des conditions de fonctionnement est faite en retenant les valeurs les plus défavorables. En général, ce sont celles correspondant aux conditions limites du domaine de fonctionnement nominal spécifié pour l'équipement.

En particulier :

- les opérations de tri visant à obtenir des tolérances plus serrées que les caractéristiques garanties ne sont pas utilisées pour compenser une marge insuffisante prise sur les conditions de fonctionnement;
- le fabricant applique lors de la conception de ses circuits, des dispositions qui limitent, à l'intérieur du domaine nominal défini pour le fonctionnement du matériel, les contraintes ayant une incidence sur la fiabilité, notamment :
  - marge en tension (tension appliquée par rapport à la tension maximale admissible) pour l'alimentation des composants pour lesquels ce paramètre influe de façon notable sur la fiabilité;
  - marge sur la puissance dissipée dans les résistances et potentiomètres par rapport à la valeur limite spécifiée par le fournisseur de composants;
  - marge de température de jonction des semi-conducteurs discrets par rapport à la valeur maximale spécifiée par le fournisseur .

Commentaire : L'utilisation de banques de données de fiabilité (recueil de données de fiabilité du CNET version 91, MIL HDBK 217, base de données européenne DIRAC, ...) permet de choisir des valeurs de ces marges compatibles avec les objectifs de fiabilité visés.

2.1.2.2 (E 2122) *Limitations d'emploi de certaines familles de composants*

1 Condensateurs au tantale solide

- les surintensités affectant ces composants, lorsqu'ils sont utilisés dans des circuits soumis à des variations brusques de tension, sont limitées.

La valeur de l'impédance de limitation n'est jamais inférieure à 0,1 Ω/V appliqué au condensateur, excepté pour les modèles pour lesquels la tenue à des régimes impulsionnels de courant répétitifs plus sévères est garantie par le fournisseur de composants;

- pour les modèles polarisés, les conditions de fonctionnement sont telles que la polarité ne puisse être inversée même en transitoire.

2 Condensateurs électrolytiques aluminium à électrolyse non solide

Leur emploi est limité aux seules fonctions pour lesquelles aucun autre type de condensateur ne répond au besoin.

La réduction inéluctable dans le temps de la valeur de la capacité est prise en compte par la marge correspondante dans la conception du circuit dans lequel est mis en œuvre ce composant.

Ils sont éloignés des sources chaudes ou des courants de convection qui en sont issus.

3 Support pour circuits intégrés

Leur emploi se limite au montage des composants du type reprogrammable lorsque leur effacement et leur programmation nécessitent par principe une extraction du circuit imprimé et si leur emploi s'avère indispensable à celui des microprocesseurs et microcontrôleurs (par exemple, pour la testabilité des cartes).

Les circuits intégrés pour montage en surface présentés en boîtier céramique sont montés sur support, excepté dans le cas où le circuit imprimé est réalisé en stratifié dont les caractéristiques thermiques sont adaptées à celles de la céramiques.

Dans tous les autres cas, l'usage des supports est à justifier.

Commentaire : L'extraction des circuits intégrés s'effectue à l'aide d'un extracteur adapté.

2.1.3 (E 2130) Contrôle des approvisionnements

Une preuve de conformité de la qualité qui a été prise en compte pour le choix des composants (voir 2.1.1) est attachée à chacun des lots approvisionnés par le fabricant pour équiper les matériels.

Cette preuve peut résulter des exigences figurant dans la commande passée au fournisseur, lorsque celle-ci permet d'avoir la garantie que les lots de fourniture sont issus d'une production efficacement contrôlée par le fournisseur, comme dans les cas suivants :

- lots livrés sous couvert d'un agrément (voir 2.1.3.1),
- lots livrés sous couvert d'un protocole d'accord garantissant la qualité, établi entre fabricant et fournisseur (voir 2.1.3.2).

Si une telle garantie ne peut pas être obtenue ainsi, cette preuve de qualité est établie par le fabricant lui-même (voir 2.1.3.3).

De plus, l'approvisionnement de circuits intégrés de faible ancienneté de fabrication requiert des exigences complémentaires (voir 2.1.3.4).

2.1.3.1 (E 2131) *Approvisionnements couverts par un agrément*

L'agrément émane d'un organisme indépendant habilité.

Les systèmes d'agrément utilisables sont notamment :

1 Système d'assurance de la qualité du type international : IECQ (liste QC 00-1005), européen : CECC (composants admis à la marque européenne liste CECC 00-200), ou national : NF (composants admis à la marque française liste UTE C 00-191).

2 Système JAN (liste QPL - norme MIL I 38510) et DoD (liste QML - normes MIL I 38535 et MIL I 38534).

3 Système d'agrément des fabricants selon norme NF C 96.883.

Le contrôle d'entrée des lots de livraison se limite à un contrôle visuel de conformité à la commande permettant de vérifier l'existence de la preuve de qualité constituée par l'agrément.

Ce contrôle comprend donc nécessairement la vérification de la présence des marques sur les composants ou leurs emballages (système AQ type CECC, NF,...) ou de la conformité des niveaux de qualité spécifiés (système JAN, classes de la norme NF C 96.883,...).

2.1.3.2 (E 2132) *Approvisionnements couverts par un protocole d'accord "fabricant/fournisseur"*

Un tel protocole garantit la qualité en engageant le fournisseur :

- à livrer des lots dont le code-date ne dépasse pas des limites spécifiées et qui sont issus d'une production d'un niveau de qualité garanti dans le protocole (NQA) ou contrôlés selon des spécifications qui y figurent;

  Commentaire : Un tel protocole prévoit par ailleurs des clauses relatives à la pérennité de fourniture, en particulier information du fabricant avec un préavis spécifié, de tout arrêt de production d'un type de composant couvert par ce protocole.

- à informer le fabricant des modifications majeures apportées notamment au processus de fabrication ou au contrôle de la production (transfert de ligne de diffusion, d'encapsulation,...).

  Commentaire : Les modifications à classer majeures sont celles qui peuvent avoir une incidence sur la qualité de la fourniture.

Le passage par un distributeur ne remet pas en cause la mise en application du protocole, auquel il est nécessairement associé.

Le distributeur est agréé, soit par un organisme indépendant habilité (organisme de surveillance de l'un des systèmes définis au 2.1.3.1), soit par son fournisseur à partir d'audits formalisés concernant en particulier les procédures pour le magasinage et la garantie associée aux lots à livrer.

Le contrôle d'entrée des lots se limite à vérifier qu'ils ont bien été livrés dans le cadre de ce protocole.

2.1.3.3 (E 2133) *Approvisionnements non couverts par un agrément ou un protocole d'accord*

1 Surveillance des approvisionnements

Lorsque le fabricant ne dispose pas de preuve justifiant la conformité des lots établie dans les conditions décrites en 2.1.3.1 et 2.1.3.2, il établit lui-même cette preuve en procédant au contrôle technique de chaque lot approvisionné, par échantillonnage sur le contenu du lot, suivant le programme défini ci-après au chapitre 2, à son entrée en usine.

Ces contrôles sont maintenus sur tous les lots approvisionnés jusqu'à ce que le fabricant dispose d'un historique démontrant la constance de la qualité de leur fourniture (au minimum 10 lots successifs sans rebut avec un minimum total d'individus prélevés égal à 500).

Lorsque ce stade a été atteint, les contrôles d'entrée peuvent être remplacés par un système de retour d'expérience organisé, basé sur les principes du 2.1.1.2.

Les règles correspondantes (conditions de suppression et de réintroduction des contrôles d'entrée) sont dans ce cas définies sans ambiguïté dans les procédures du fabricant.

2 Programmes des contrôles techniques

Les contrôles techniques sont faits par le fabricant ou sous-traités à un laboratoire. Ils comprennent :

- un contrôle visuel d'aspect et marquage,
- un contrôle dimensionnel,
- un contrôle à température ambiante des caractéristiques du composant garanties par le fournisseur dans son catalogue. Pour les circuits intégrés, sont vérifiées en particulier les caractéristiques électriques statiques principales (courants d'alimentation, de fuite, tensions de seuil, etc.), fonctionnelles et dynamiques.

Les plans de contrôle (niveau de prélèvement, type de contrôle, NQA) sont définis dans les procédures du fabricant. Leur sévérité est au moins équivalente à ceux qui sont précisés dans la norme applicable au type de composant concerné, au paragraphe qui traite des contrôles à réaliser lot par lot.

Les plans d'échantillonnage pour le contrôle par attribut sont conformes à ceux qui sont spécifiés dans le document CECC 00-007 édité par le Comité Européen de Normalisation ELECtrotechnique (CENELEC).

Commentaire : Certains types de composants peuvent ne pas être testables par les moyens existants des laboratoires. Le fabricant établit la liste des composants réputés ainsi non testables, associée à celle des laboratoires qu'il a consultés à cet égard.

3 Application à une sélection de composants particulières à un matériel

Lorsque la spécification d'équipement le prévoit, les dispositions du 2.1.3.3 peuvent ne s'appliquer qu'à une sélection de composants particulière à un matériel, constituée des seuls types de composants les plus importants pour la disponibilité ou la sûreté du matériel.

Le fabricant établit dans ce cas la liste des composants qui représentent l'essentiel de la fiabilité des matériels concernés par l'article 2 en les classant selon les critères suivants :

- retour d'expérience établi non satisfaisant ou inexistant,
- rôle fonctionnel particulièrement critique dans les circuits ou importance numérique pondérée, le cas échéant, par leur taux de défaillance prévisionnel.

Cette liste de composants est soumise avec ses justificatifs à l'accord préalable d'EDF.

Commentaire : Cette disposition est en particulier applicable lorsque la pratique générale du fabricant n'est pas celle du 2.1.3.3. Le fabricant établit alors les nomenclatures et les règles de contrôle et de magasinage spécifiques à la réalisation du matériel concerné.

2.1.3.4 (E 2134) *Approvisionnements de circuits intégrés de faible ancienneté de fabrication*

Les circuits intégrés correspondant chez le fournisseur à des technologies dont l'ancienneté de fabrication est inférieure ou égale à 24 mois, font l'objet d'un contrôle des caractéristiques électriques statiques principales, fonctionnelles et dynamiques à température ambiante après déverminage, réalisé dans les conditions suivantes :

- Le déverminage est unitaire si cette ancienneté est inférieure ou égale à 12 mois.

Commentaire : Le recours à des composants d'une ancienneté de fabrication aussi faible est exceptionnel, selon le premier critère de choix du 2.1.1 et nécessite, conformément au 2.1.01, l'accord préalable d'EDF.

- Le déverminage peut être réalisé par échantillonnage sur le contenu de chaque lot si cette ancienneté est supérieure à 12 mois.

Les plans de contrôle et les plans d'échantillonnages à appliquer dans ce cas, sont définis au 2.1.3.3.

- Les modalités d'exécution sont conformes aux prescriptions de la norme NF C 96.883 § 7-9 ou répondent à des dispositions pour lesquelles l'équivalence de sévérité est démontrée.

Commentaire : La démonstration de cette équivalence repose sur la connaissance des principaux modes de défaillance affectant les fabrications concernées. Des analyses de défaillance réalisées sur les composants défectueux (en particulier chez le fournisseur dans le cadre de sa production et suite à des essais) permettent de déterminer ces éléments.

Les opérations de déverminage et de contrôle associés sont réalisées lors des contrôles d'entrée chez le fabricant ou dans un laboratoire, si le fabricant ne peut prouver qu'ils ont été faits par le fournisseur dans le cadre de sa production ou sur spécification à la commande.

2.1.4 *(E 2140) Pérennité et stockage des approvisionnements*

1 Pérennité des approvisionnements

Un système de veille de la pérennité des sources d'approvisionnement permet au fabricant de prendre en temps utile les mesures nécessaires à pallier la disparition d'une source d'un type de composant critique.

Les composants critiques sont :

- les composants approvisionnés en source unique, notamment les ASIC ;

Commentaire : Le recours à des composants disponibles en une seule source requiert, conformément au 2.1.1, l'accord préalable d'EDF.

- les composants complexes à courte durée de vie commerciale, comme les microprocesseurs, les microcontrôleurs ou les mémoires.

La liste des composants critique est établie par le fabricant.

Les dispositions utilisables pour la veille peuvent être :

- l'accord formel avec le fournisseur, prévoyant l'information préalable du fabricant, avec un préavis spécifié, de tout arrêt de production d'un type de composant couvert par cet accord;

Commentaire : Une telle clause est prévue pour les composants approvisionnés sur spécifications techniques particulières comme les ASIC, et de façon générale, pour les produits standards approvisionnés sous couvert d'un protocole d'accord sur la qualité passé entre fabricant et fournisseur (voir 2.1.3.2).

- une consultation systématique périodique des fournisseurs.

Commentaire : un suivi de l'évolution du marché "composants-fournisseurs" constitue un des éléments de cette veille.

Le système de veille assure la diffusion formalisée de toute information d'obsolescence aux services concernés par des actions à entreprendre, sans omettre les services de maintenance, en particulier lorsqu'ils sont indépendants de la production.

2 Stockage des approvisionnements

Les conditions de stockage chez le fabricant ne dégradent pas la fiabilité des composants approvisionnés.

Le stockage est réalisé dans des locaux secs et propres à l'abri des agressions de l'environnement telles que :

- grandes variations de température,
- décharges électrostatiques,
- pollution atmosphérique (gaz, poussière),
- chocs mécaniques et vibrations,
- champs électriques et magnétiques intenses,
- etc.

Les composants sensibles aux décharges électrostatiques (circuits intégrés, transistors MOS, mémoires EPROM, ...) sont protégés par l'utilisation de mousses conductrices ou d'emballages antistatiques. Une indication claire mettant en garde contre le danger de ces décharges est porté sur leur emballage.

L'emballage des composants assure la protection mécanique des broches (circuits intégrés en particulier), afin de leur éviter toute déformation ou détérioration. Il permet la lecture des références du composant sans avoir à le sortir de son emballage.

Le stockage des composants VLSI en boîtiers plastiques à report en surface nécessite de prendre en compte les phénomènes de captation de l'humidité ambiante par le boîtier.

Commentaire : l'utilisation d'emballage adéquats (sachets anti-humidité par exemple) ou un étuvage des composants avant leur report sur les cartes permet de s'affranchir des risques de contraintes pouvant aboutir à des fissurations.

Le fabricant minimise la durée de stockage des condensateurs électrolytiques.

Commentaire : Une gestion contrôlée des entrées et des sorties peut constituer l'un des moyens permettant de maîtriser les durées de stockage.

La durée écoulée entre le dernier reconditionnement et la fin du stockage chez le Fabricant ne dépasse pas les spécifications données par le fournisseur. Dans le cas où aucun reconditionnement n'est réalisé, seule la date de fabrication est prise en compte. En l'absence de données précises, cette durée ne peut excéder quatre ans.

Commentaire : Le reconditionnement est une opération qui restitue au condensateur ses caractéristiques d'origine, notamment par la reformation de la couche d'alumine et la restauration de l'interface alumine-électrolyte.

2.2 (E 2200) *Modules électroniques*

2.2.1 (E 2210) *Règles de conception*

1 Testabilité - Contrôle

La conception des modules prévoit leur testabilité en prenant en compte ses composantes essentielles de commandabilité, d'observabilité et de partitionnement.

Commentaire : La **commandabilité** exprime l'aptitude à stimuler, depuis l'extérieur, un élément interne (connecteur d'un module par exemple).

L'**observabilité** exprime l'aptitude à connaître, depuis l'extérieur, l'état d'un élément interne (liaison interne, état d'un bloc fonctionnel, etc.).

Le **partitionnement** permet l'isolement d'une partie fonctionnelle interne et l'accès à ses entrées et sorties depuis l'extérieur. Il améliore la commandabilité et l'observabilité de l'ensemble du module.

L'accessibilité des circuits répond aux dispositions suivantes :

- les mesures nécessaires aux tests, dont les mesures de fonctions de transfert éventuelles, sont réalisables sans qu'il soit besoin de débraser des composants;
- pour les cartes équipées de composants montés en surface, les pointes de test des testeurs automatiques ne sont pas appliquées sur les plots ou connexions de ces composants. Les plages d'accueil nécessaires au test sont prévues sur les cartes.

Les dispositifs de contrôle implantés sur les modules répondent aux règles ci-dessous :

- la défaillance des dispositifs de surveillance de bon fonctionnement n'entraîne pas de perturbation significative sur les circuits contrôlés;
- les points de test accessibles en marche normale de l'équipement sont protégés ; un court circuit à leurs bornes, le raccordement à la masse ou le branchement d'appareils de mesure n'entraîne pas d'anomalie de fonctionnement.

2 Tenue aux contraintes électriques

- Les conditions d'isolement des circuits des modules, notamment celles des circuits d'entrée et de sortie des cartes d'interface avec le procédé, sont compatibles avec celles des circuits extérieurs au matériel qui leur sont raccordés.

La spécification d'équipement définit ces conditions ; elles concernent en particulier la tenue diélectrique à fréquence industrielle et, le cas échéant, aux perturbations de mode commun et différentiel (choc, onde oscillatoire amortie,...).

La mise en place des modules dans le matériel ne remet pas en cause leurs conditions d'isolement, en raison par exemple, de distances d'isolement insuffisantes avec la masse du matériel.

- Les réseaux passifs utilisés pour la protection contre les contraintes résultant de la commutation de charges inductives sont largement dimensionnés.

3 Tenue aux contraintes mécaniques

- La tenue aux vibrations spécifiéesest assurée. Des dispositifs de fixation sont prévus pour les radiateurs et les composants dont l'intégrité ou celle de leurs joints de brasage à la carte risque d'être affectée par ces sollicitations.

Commentaire : Cette disposition concerne notamment les composants lourds, visés par la CEI 321, article 5.11.

- La tenue aux efforts d'insertion et de retrait des cartes enfichables équipées de connecteurs multipoints est assurée par des dispositifs de fixation.

- Les connections brasées des composants et des connecteurs ne peuvent en aucun cas tenir lieu des dispositifs de fixation précités.

4 Dispositifs de réglage et de déconnexion

- Le dimensionnement des dispositifs de réglage (étendue de réglage) prend en compte la dispersion des caractéristiques des composants ainsi que leur dérive dans le temps. A cet égard, ils ne sont pas en butée après réglage final des modules.

Les interactions entre réglages sont réduites chaque fois que possible.

- Lorsque la spécification d'équipement prévoit la possibilité de connecter ou déconnecter des modules d'un matériel sous tension, ces opérations se font sans précaution particulière et sans risque de destruction de composants.

Commentaire : Une des dispositions pouvant être adoptées, s'il y a risque, consiste par exemple à choisir une connectique à contacts avancés assurant une séquence adaptée de mise hors et en service de l'alimentation des modules vis-à-vis des signaux qui leur parviennent.

2.2.2 (E 2220) *Règles de fabrication*

2.2.2.1 (E 2221) *Règles générales*

1 Outillages et protection contre les décharges électrostatiques

Les dispositions prises permettent :

- d'assurer que les opérateurs n'utilisent que les seuls types d'outillage adaptés aux tâches à exécuter, en parfait état et dans leur période de validité du contrôle périodique pour ceux qui sont soumis à une telle procédure;

- d'assurer la protection des composants sensibles à l'effet des décharges électrostatiques (même s'ils sont pourvus de dispositifs qui en limitent les effets).

Celles-ci, consistent notamment en une information et formation du personnel, à la réduction des sources potentielles d'électricité statique et à l'installation de protections efficaces dans les zones sensibles.

Commentaire :
Ces dispositions sont par exemple :
. zones de déplacement pour le travail en matériau antistatique,
. port par le personnel d'un vêtement antistatique (blouse en coton par exemple,...) et d'un bracelet conducteur relié à la terre,
. composants sensibles sur mousse conductrice ou en barrette antistatique,
. tables de travail en matériau conducteur mis à la terre,
. outillages, tels que machines à souder, fer à souder, matériels de test, etc., mis à la terre.

2 Préparation des composants

- Les outillages de mise en forme des connexions de composants sont choisis et utilisés de manière à éviter tout risque de blessure des connexions et toute contrainte mécanique préjudiciable au niveau de la liaison "connexion - corps du composant".

  Les recommandations figurant à l'annexe A du guide 321 de la CEI, concernant les méthodes de pliage, sont appliquées.

- Les revêtements dorés destinés à la protection des zones à braser sont éliminés avant brasage. Pour les circuits imprimés dorés, cette élimination est réalisée juste avant brasage afin d'éviter l'oxydation du cuivre mis à nu.

  Pour les connexions à revêtement doré, cette élimination est suivie d'une opération de préétamage.

3 Assemblage des composants par brasage tendre

Ces règles concernent :

a) l'approvisionnement des produits

b) la mise en œuvre des procédés

c) le contrôle des brasures.

a) Approvisionnement des produits

Les produits utilisés tels que alliages, flux, crèmes à braser sont conformes à la norme NF C 90-550.

Commentaire : L'utilisation de décapants activés par des halogénures dont la teneur est supérieure à 0,7 % nécessite d'effectuer des essais de qualification de procédé comportant des essais de corrosion sur carte nettoyée.

b) Mise en œuvre des procédés

Le brasage manuel est réalisé avec des fers à souder à régulation automatique de température équipés de pannes "longue durée" et de géométrie adaptée à la nature des pièces à braser. (par exemple : panne conique à pointe arrondie ou plate).

La panne du fer est reliée à la terre.

L'utilisation d'un procédé de brasage à la vague nécessite que soient définies par le fabricant des règles concernant :

- la préparation des cartes et constituants, notamment :
  . appréciation de l'état de surface des lots de constituants à assembler ; si nécessaire un test de brasabilité selon la norme NF C 20-630 est réalisé,
  . étuvage éventuel des cartes,
  . maintien des composants, protection des contacts et parties dorées.
- le réglage et contrôle des paramètres principaux, en particulier :
  . températures de préchauffage et du bain,
  . hauteur de la vague,
  . angle d'attaque et vitesse du convoyeur.
- les conditions de contrôle des cartes au démarrage d'une campagne de brasage, selon les cas :
  . utilisation d'une plaque test,
  . contrôle renforcé des premières cartes.

- les contrôles périodiques à réaliser en particulier :
  . composition et pureté du bain conformément aux dispositions de la norme NF C 90-550,
  . propreté de la machine et si nécessaire périodicité du nettoyage.

Les cartes sont nettoyées après brasage. La méthode utilisée n'a aucune action dégradante sur les composants.

c) Contrôle des brasures

Le contrôle visuel de la qualité des brasures est réalisé selon les instructions du fabricant qui précise les tolérances d'acceptabilité des défauts tels que par exemple :

- défauts liés au mouillage ou démouillage,
- soudures ternes,
- présence de piqûres ou de fissures,
- pics de soudure,
- excès ou manque de soudure,
- etc.

Cet examen visuel est fait à l'œil nu ou sous faible grossissement (de l'ordre de 2,5 par exemple), un grossissement plus important pouvant s'avérer nécessaire pour décider de l'acceptabilité de points litigieux.

2.2.2.2 (E 2222) *Réparation des cartes imprimées nues ou équipées*

La réparation est définie comme étant une intervention qui consiste à corriger un défaut ou à restaurer les conditions initiales d'une carte.

Les règles suivantes traitent de la réparation des défauts intrinsèques de la carte imprimée nue ou équipée qui résultent de problèmes de fabrication pouvant mettre en cause leur qualité de réalisation.

Commentaire : Elles ne concernent ni le remplacement de composants trouvés défectueux lors de tests, ni les défauts de brasure.

1 Règles générales

La réparation des cartes équipant les matériels classés de sûreté n'est pas autorisée.

La réparation des cartes équipant les matériels non classés de sûreté ne nécessite aucune demande d'accord préalable lorsqu'elle est réalisée conformément aux règles du 2.2.2.2.

Les réparations sont mises en œuvre par du personnel qualifié utilisant un outillage approprié et sont réalisées conformément à la publication CEI 321-2.

Après réparation :

- les brasures qui en résultent sont nettoyées selon une méthode qui n'a aucune action dégradante sur les composants (pollution de composants non étanches, par exemple...),
- les cartes sont soumises à un contrôle visuel permettant de s'assurer de la qualité et de la conformité d'exécution de ces opérations et à un contrôle fonctionnel selon le 2.2.3.2.2.

2 Nombre maximal de défauts admis

La réparation d'une carte n'est admise que lorsque le rapport du nombre total de défauts à la surface totale de cette carte exprimée en décimètre-carré n'est pas supérieur à 2 pour les circuits simple-face et 4 pour les circuits double-face et multicouches.

Les défauts décomptés sont ceux des types suivants :

- décollement ou coupure de l'impression conductrice,
- métallisation manquante ou défectueuse.

Commentaire : Aucun effet de concentration des défauts en des zones particulières n'est pris en compte.

2.2.2.3 (E 2223) *Modification des cartes imprimées, nues ou équipées*

La modification est définie comme étant une intervention dont l'objet est de changer les caractéristiques initialement prévues d'une carte.

Commentaire : Elle n'est pas la conséquence d'un manque de qualité de la fabrication, mais peut résulter par exemple de problèmes de conception, d'évolutions technologiques ou d'obsolescence de composants.

Les règles suivantes ne traitent que l'aspect matériel de la mise en œuvre des modifications, la validation fonctionnelle étant assurée par ailleurs.

Commentaire : Pour les matériels qualifiés, cette validation comprend les éléments qui permettent de justifier de la pérennité de la qualification.

1 Règles générales

Ces règles concernent :

- le nombre maximal de modifications admises sur une carte,
- l'interchangeabilité,
- les techniques d'exécution des opérations.

Les modifications peuvent être entreprises sans accord préalable d'EDF lorsque les conditions de leur mise en œuvre s'avèrent conformes à l'ensemble des règles du 2.2.2.3.

Les opérations de modification et les contrôles associés concernant les cartes de circuits imprimés qui équipent les matériels de sûreté ne sont pas autorisées en dehors des ateliers du fabricant.

Les modifications sont exécutées par un personnel qualifié utilisant un outillage approprié et en conformité avec des procédures écrites.

Les opérateurs disposent de tous les éléments (plan de modification, carte prototype,...) pour que l'identité de réalisation soit assurée sur toutes les cartes d'un même modèle.

Après modification :

- les brasures qui en résultent sont nettoyées selon une méthode qui n'a aucune action dégradante sur les composants (pollution de composants non étanches, par exemple...),
- les cartes sont soumises à un contrôle visuel permettant de s'assurer de la qualité et de la conformité d'exécution de ces opérations et à un contrôle fonctionnel selon le 2.2.3.2.

2 Nombre maximal de modifications admises sur une carte

La modification d'une carte n'est admise que lorsque le rapport du nombre total de brasures qu'elle nécessite à la surface totale de la carte exprimée en décimètre carré, ne dépasse pas la valeur donnée par la relation ci-après :

$4 + 2 (n-1)$, où n représente le nombre total de couches de métallisation de la carte.

Les brasures décomptées sont celles qui sont réalisées sur les pistes ou sur les plages de raccordement (traversées, plages d'accueil de composants montés en surface) déjà utilisées pour la connectique de composants.

Commentaire : Aucun effet de concentration des modifications en des zones particulières n'est pris en compte.

3 Interchangeabilité

Le fabricant définit les dispositions qu'il applique pour maîtriser l'interchangeabilité, ascendante ou descendante entre cartes modifiées et non modifiées qui ne répondraient pas aux mêmes caractéristiques, notamment fonctionnelles.

Les moyens adoptées peuvent être basés sur des détrompages mécaniques ou sur le marquage d'identification des cartes concernées.

4 Techniques d'exécution des modifications

L'exécution d'une modification fait appel aux opérations dont :

- l'interruption de liaisons,
- l'adjonction de ponts conducteurs (straps),
- l'adjonction de composants,
- l'adjonction de cartes filles.

a) Interruption de liaisons

Les interruptions de liaisons par coupure de l'impression conductrice sont réalisées sans suppression des pastilles et en dehors de la surface située sous les composants. La longueur d'interruption correspond à minima à l'espacement défini pour la classe d'isolement du circuit imprimé. Le cuivre n'est pas apparent en surface.

Les interruptions de liaisons entre faces ou entre couches par démétallisation de trous interfaces ne sont admises que pour ceux qui sont libres de toute connexion de composant. Toute trace de démétallisation est éliminée par contre-perçage des trous.

b) Adjonction de ponts conducteurs (straps)

Ces ponts sont réalisés en fils de cuivre monobrin d'un diamètre minimal de 25/100 mm positionnés, sauf impossibilité, sur la face composants du circuit imprimé.

Ils peuvent être en fil non isolé si leur longueur est telle qu'il n'y a aucun risque de court-circuit avec d'autres impressions conductrices ou avec des connexions de composants.

Commentaire : Le vernis épargne n'est pas considéré comme assurant un isolement acceptable.

Les ponts conducteurs de longueur supérieure à 40 mm sont maintenus sur le circuit environ tous les 40 mm et obligatoirement à chaque pliage pour éviter tout risque d'arrachement lors de la manipulation des cartes. Leur cheminement conduit à des liaisons aussi courtes que possible, compte tenu de la prise en compte des éléments suivants :

- écartement à respecter avec des éléments de puissance éventuels,
- conservation de la maintenabilité (par exemple, possibilité de débraser un composant sans endommager les ponts).

Ils sont raccordés selon la première solution qu'il soit techniquement possible de mettre en œuvre, parmi les modes de raccordement énumérés ci-après par ordre décroissant de fiabilité.

b.1) Raccordement dans des traversées ou sur les plages d'accueil de composants à montage en surface, non utilisées

Le nombre d'extrémités pouvant y être raccordées n'est limité que par les dimensions respectives des trous ou des plages vis-à-vis du diamètre des extrémités et du jeu à respecter pour assurer un joint de brasage de qualité dans les trous métallisés ou sur les plages d'accueil.

Le raccordement sur les plages d'accueil prend en compte les particularités suivantes :

- la partie dénudée du ou des fils ne déborde pas de la plage d'accueil; elle est brasée à plat sur toute sa longueur sur cette plage;
- la superposition d'extrémités sur la plage n'est pas admise.

Le maintien en position des extrémités dans la traversées ou sur la plage est assuré lors du brasage.

b.2) Raccordement aux connexions de composants à montage par insertion

Le brasage direct sur les connexions de composants en face composants du circuit imprimé n'est pas admis.

L'extrémité du pont conducteur est brasée, soit :

- dans la traversée avec la connexion du composant;
- sur la connexion du composant en face brasures du circuit imprimé. Dans ces conditions, afin d'assurer une tenue mécanique satisfaisante, l'extrémité est bouclée, sauf impossibilité, sur la connexion de ce composant.

b.3) Raccordement aux terminaisons (broches, plots) de composants à montage en surface

Les règles définies en (a) complétées des éléments suivants, sont appliquées :

- l'extrémité est plaquée sur la plage d'accueil le long de la terminaison du composant (pied de connexion, plot) pour les boîtiers parallélépipèdiques et les boîtiers du type SOP (SO, SOL, SOT);
- en cas d'impossibilité, il est admis pour les boîtiers du type SOP (SO, SOL, SOT) d'appliquer l'extrémité directement sur la connexion, l'ensemble étant brasé sur la plage d'accueil.

b.4) Raccordement sur les pistes

La réalisation de ce mode de raccordement est subordonnée aux conditions suivantes :

- la largeur de la piste est au moins égale à 0,6 mm,
- les dimensions respectives, diamètre de fil - largeur de piste, permettent d'assurer une forme satisfaisante au joint de brasage. L'extrémité plaquée sur la piste est brasée sur une longueur minimale de 3 mm.

c) Adjonction de composants discrets

L'implantation est réalisée en conformité avec les distances minimales retenues par le fabricant, lors de la conception des cartes, pour la position des composants par rapport aux bords de cartes.

La position, l'orientation et les conditions de mise en œuvre sont telles que :

- tout risque de court-circuit est écarté,
- les conditions d'isolement des circuits ne sont pas remises en cause,
- la tenue aux vibrations est assurée.

c.1) Adjonctions de composants à montage par insertion

Ces composants sont implantés sur la face composants du circuit imprimé. En cas d'impossibilité, ou lorsque des conditions électriques particulières le nécessitent, ils peuvent être implantés sur la face brasage lorsque leur encombrement est compatible avec la hauteur maximale à ne pas dépasser, définie dans les procédures du fabricant.

Commentaire : Ces conditions électrique peuvent concerner, par exemple, des condensateurs de découplage dont l'efficacité ne peut être assurée que s'ils sont placés au voisinage immédiat du circuit à découpler.

Le raccordement de ces composants est fait avec la première solution qu'il soit techniquement possible de mettre en œuvre, parmi les modes de raccordement énumérés ci-après par ordre décroissant de fiabilité :

- dans des traversées non utilisées,
- sur des œillets métalliques ou des plots rapportés,
- sur des pastilles déjà utilisées,
- sur des pistes.

Les modalités à appliquer correspondent à celles qui sont définies pour les raccordements des extrémités de ponts conducteurs (voir 2.2.2.3-4 point 2)).

c.2) Adjonctions de composants à montage en surface

Ces composants sont brasés sur des plages d'accueil en réserve. En cas d'impossibilité, il est admis de braser des ponts conducteurs sur les plots de brasage du composant, les modalités de raccordement à la carte étant celles qui sont définies en 2.2.2.3-4 point 2).

La tenue mécanique de l'ensemble est assurée par le collage du composant ajouté sur la carte.

Le brasage direct de composants de ce type sur les connexions de composants à montage par insertion n'est pas admis.

d) Adjonction de cartes filles

Lorsque la modification d'un circuit est trop importante ou complexe, le recours à des cartes annexes appelées "cartes filles" est admis dans les conditions suivantes :

- la surface totale des cartes filles ne dépasse pas 15 % de la surface de la carte de base appelée "carte mère",
- la tenue aux vibrations est assurée par des dispositifs mécaniques de fixation adaptés entre carte mère et carte fille,
- l'encombrement en hauteur de l'ensemble "carte mère - cartes filles" ne dépasse pas le gabarit maximal retenu par le fabricant.

Commentaire : Ce gabarit prend en compte les distances minimales entre cet ensemble et les cartes adjacentes montées dans une même structure d'accueil qui permettent de ne pas remettre en cause les conditions d'isolement ou d'éviter des risques de court-circuit sous l'effet notamment des vibrations ou des contraintes dues au séisme.

- les conditions d'isolement des circuits de l'ensemble "carte mère - cartes filles" ne sont pas remises en cause par des dispositifs mécaniques de fixation inadaptés ou mal positionnés, ou par une distance insuffisante entre carte mère et cartes filles,
- la connectique entre carte mère et cartes filles permet d'assurer la maintenance des circuits sans débrasage des connexions.

Commentaire : Un regroupement des connexions électriques entre carte mère et carte fille sur un même bord de la carte fille permet d'y satisfaire.

- le raccordement des connexions entre carte mère et cartes filles est réalisé selon les modalités définies pour l'adjonction des ponts conducteurs (voir 2.2.2.3-4 point 2).

2.2.3 (E 2230) *Règles de contrôle*

1 Contrôle visuel d'aspect

Les cartes sont soumises en fin de fabrication à un contrôle visuel destiné à s'assurer de la qualité générale de réalisation et de la conformité aux documents internes du fabricant et spécifications contractuelles.

Ce contrôle comprend les vérifications ci-après :

- conformité du marquage, dont l'inscription et la lisibilité du numéro de série,
- acceptabilité du voilage des cartes notamment en ce qui concerne les cartes enfichables,
- absence de blessure ou de détérioration de composants,
- présence effective et conformité des dispositifs de fixation mécanique de certains composants, notamment ceux répondant au 2.2.1 point 3),
- conformité des systèmes de détrompage éventuels,
- conformité et qualité des réparations ou modifications éventuelles (voir 2.2.2.2 et 2.2.2.3),
- qualité des brasures (voir 2.2.2.1 point 3) et du nettoyage après brasage.

2 Contrôles électriques et fonctionnels

Ces contrôles sont réalisés à température ambiante, sous tension nominale d'alimentation et en conformité avec des procédures ou des logiciels de test parfaitement identifiés.

Les programmes ou logiciels de test, en particulier pour les cartes numériques ou de logique combinatoire et/ou séquentielle sont élaborés selon des principes directeurs formalisés par le fabricant.

Commentaire : Ces principes concernent par exemple, la nature des défauts pris en compte, la validation des programmes, l'estimation des taux de couverture, les moyens de tests, etc.

Les conditions de charge sont précisées à chaque fois que celles-ci peuvent influer sur les résultats du contrôle.

Ils comprennent :

- la vérification des tensions de réglage,
- la vérification du fonctionnement des éléments électromécaniques,
- le contrôle de la conformité d'exécution de tous les modes de fonctionnement prévus,
- le contrôle du bon fonctionnement des circuits éventuels de surveillance et des circuits de signalisation,
- le contrôle de la conformité des caractéristiques électriques principales statiques et dynamiques (selon des types de cartes : précision, linéarité, temps de réponse, etc.),

2.3 (E 2300) *Blocs d'alimentation générale*

2.3.1 (E 2310) Règles de conception

Les blocs d'alimentation générale d'une armoire sont pourvus :

- d'une protection contre les surtensions à l'entrée,
- d'une protection contre les courts-circuits à la sortie,
- d'un dispositif qui assure la mise en tension et hors tension sans risque pour l'équipement,
- d'une protection haute et/ou basse tension sur la tension de sortie si, lorsque cette dernière sort du domaine nominal, il y a un risque d'évolution du matériel ou de l'équipement vers une situation dangereuse pour la sécurité des personnes.

Commentaire : En cas d'absence d'une telle protection dans le bloc d'alimentation générale, le fabricant prévoit à la sortie de celui-ci un système de surveillance de tension capable de l'assurer.

2.3.2 (E 2320) *Règles de contrôle*

Les contrôles sont effectués sur tous les matériels et comprennent :

- un contrôle visuel d'aspect et de conformité,
- la mesure de la résistance d'isolement et la vérification de la tenue diélectrique entre les circuits galvaniquement indépendants,
- la mesure de la tension de sortie à vide et en pleine charge pour une tension d'entrée correspondant, d'une part, à la valeur nominale et, d'autre part, aux valeurs extrêmes spécifiées,
- la mesure de l'ondulation résiduelle,
- la vérification du bon fonctionnement des dispositifs de protection et de signalisation,
- le cas échéant, la vérification du courant d'appel à la mise sous tension lorsqu'une valeur limite est spécifiée.

3 (E 3000) Armoires, coffrets

3.1 (E 3100) *Objet*

Les enveloppes des matériels électriques sont conçues pour :

- protéger les personnels contre les contacts directs avec les pièces sous tension,
- protéger le matériel contre la pénétration de corps solides étrangers, contre la pénétration des liquides et contre les dommages dus aux chocs éventuels.

Le niveau de protection à assurer est fixé en fonction de l'utilisation et de l'implantation du matériel.

On distingue 3 types d'enveloppes :

- armoire : enceinte de volume relativement important, reposant sur le sol ou sur un massif,
- coffret : enceinte de volume restreint, généralement fixée sur un mur, une charpente, un châssis,
- tiroir : enceinte de dimension normalisée (par exemple standard 19 pouces) généralement installée dans une armoire.

3.2 (E 3200) *Conception mécanique*

Les armoires et coffrets sont constitués soit d'une enveloppe auto-portante avec un cadre permettant l'installation du matériel, soit d'une ossature, de panneaux latéraux, d'un panneau pour le toit.

L'épaisseur, la nature du métal, les modes de soudure ou de fixation concourent à augmenter la rigidité de l'ensemble, rigidité calculée en fonction des masses des matériels supportés et de leur répartition.

Les armoires sont fixées au sol au moins en quatre points.

3.3 (E 3300) *Protection des enveloppes*

3.3.1 (E 3310) *Degrés de protection*

Les degrés de protection procurés par les enveloppes des matériels électriques à basse tension sont définis par la norme NF C 20-010. Pour symboliser les degrés de protection, il est fait usage des lettres IP suivies de 2 chiffres caractéristiques :

1er chiffre : degré de protection contre les corps solides,

2ème chiffre : degré de protection contre les liquides,

explicités dans les tableaux ci-après.

1er chiffre : protection contre les corps solides

IP	
0	Pas de protection.
1	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (ex. : contacts involontaire de main).
2	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12 mm (ex. : doigt de la main).
3	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (outils, fils).
4	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (outils fins, petits fils).
5	Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible).
6	Totalement protégé contre les poussières.

2ème chiffre : protection contre les liquides

IP	
0	Pas de protection.
1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation).
2	Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale.
3	Protégé contre la pluie jusqu'à 60° de la verticale.
4	Protégé contre les projections d'eau de toutes directions.
5	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance.
6	Protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer.
7	Protégé contre les effets de l'immersion.

Pour les chocs mécaniques, en attendant la parution de la NF C 20-015, on utilisera l'annexe 1 de la NF C 20-010 d'octobre 1986.

3.3.2 (E 3320) *Degrés de protection minimaux*

Il s'agit des degrés de protection minimaux requis pour les matériels en fonction des conditions d'exploitation, lorsque le degré de protection n'est pas précisé dans la spécification d'équipement.

Ces degrés sont les suivants :

- dans le bâtiment industriel du poste : IP 30, chocs de 2 joules,
- dans les bâtiments de relayage du poste : IP 32, chocs de 2 joules,
- à l'extérieur des bâtiments : IP 55, chocs de 6 joules.

Les modalités des essais sont décrites dans la norme NF C 20-010.

3.4 (E 3400) *Tenue des enveloppes aux agressions externes*

(A l'étude).

Tenue :

- au feu,
- aux rayons ultra-violets,
- à l'eau,
- au ramollissement.

3.5 (E 3500) *Tenue aux vibrations, chocs et secousses*

Les spécifications particulières précisent la classe de sévérité à pratiquer pour les essais de tenue aux vibrations, chocs et secousses (voir HN 46-R-01-6).

3.6 (E 3600) *Ventilation*

La ventilation est nécessaire dès qu'il y a dissipation d'énergie électrique au sein de l'armoire ou du coffret.

L'évacuation de la chaleur produite dans les armoires est réalisée de préférence par conduction ou par convection naturelle ; la circulation de l'air est étudiée de façon à éviter les échauffements ponctuels trop élevés.

Lorsqu'une ventilation forcée est prévue, elle doit faire l'objet d'un accord préalable. Toute défaillance du système de ventilation est signalée ; si cette défaillance entraîne une élévation de température en dehors des plages admises pour les composants, une ventilation de secours doit être installée.

3.7 (E 3700) *Règles particulières*

3.7.1 (E 3710) *Armoires électroniques*

Ces armoires servent d'enveloppes aux matériels électroniques.

1 - Conception mécanique

L'ossature est pourvue en face avant de deux bandeaux verticaux munis de perçages normalisés correspondant à des multiples de l'unité U (44,45mm).

L'assemblage est équipé de berceaux en profilés horizontaux servant de réceptacle et de support aux tiroirs 19", les tiroirs 19" extractibles sont parfois équipés de glissières télescopiques qui servent à leur extraction ou à leur insertion.

2 - Terre électronique

Un collecteur de terre électronique est prévu dans chaque armoire.

3.7.2 (E 3720) *Coffrets*

1 - Accessibilité

L'accès au matériel se fait par la face avant dont l'obturation est obtenue :

- soit par un panneau fixé par vis imperdables si l'appareillage interne ne nécessite que très peu d'intervention ou de surveillance,
- soit par un portillon monté sur charnières métalliques à axe vertical dont la fermeture est assurée par un ou plusieurs verrous qui peuvent être munis de serrure.

2 - Raccordements

- la pénétration des câbles par la face inférieure est très recommandée,
- en général, la face de pénétration des câbles est constituée par une plaque amovible percée à la demande pour fixation des presse-étoupe.

3.7.3 (E 3730) *Tiroirs 19 pouces*

Ils doivent être conformes au document S 703 du CERT : "Présentation des équipements à basse tension au standard 19 pouces".

4 (E 4000) Eléments de connectique

4.1 (E 4100) *Câblage interne au matériel*

4.1.1. (E 4110) *Réalisation*

Les spécifications particulières doivent, s'il y a lieu, préciser, parmi les différentes techniques de câblage, celles qui conviennent pour la réalisation de la filerie interne des équipements ou par opposition celles qui sont prohibées (section des fils de câblage en fond de panier, câblage par circuits imprimés, circuits souples...).

La filerie, interne aux équipements, relative aux circuits analogiques est réalisée à l'aide de conducteurs souples en cuivre à isolement thermoplastique série U5000SV de section minimale :

- $2mm^2$ pour les circuits de courant "protections" de courant nominal 5A,
- $1mm^2$ pour les circuits de courant "protections" de courant nominal 1A et pour les circuits de courant "mesures" de courant nominal 5A,
- $0,6mm^2$ pour les autres circuits analogiques.

La conception et la réalisation du câblage impliquent l'association et la distribution des fils en faisceaux et peignes. Les cheminements sont les plus courts possible ; ils s'effectuent dans les zones réservées et libres de tout composant et visserie ; la proximité d'éléments démontables ou réglables nécessite la protection efficace des fils.

L'assemblage des fils en faisceaux est réalisé régulièrement le long de ces faisceaux de manière à permettre l'immobilisation des fils sans risque de détérioration des isolants.

La réalisation du câblage tient compte des contraintes de vibration et de la proximité d'éléments dissipant de la chaleur.

Des dispositions sont prises pour que les armoires d'un même type soient câblées de façon identique.

Le remplissage des goulottes est inférieur à la capacité spécifiée par le Fabricant et tient compte d'une réserve pour le passage de quelques fils supplémentaires.

La filerie est rangée de façon à ne pas masquer les repères distinctifs des éléments fonctionnels.

Lorsque la connexion d'un conducteur multibrins est réalisée par vissage, l'extrémité de celui-ci doit être munie d'une cosse ou d'un embout de filerie serti. Toutefois, il est admis de raccorder directement un conducteur à 7 brins dans une borne à condition que le serrage de celui-ci s'effectue à l'aide d'un étrier sans dissocier les brins.

En outre, il convient de respecter les règles suivantes :

1- Séparation physique des circuits électriques de types différents

   Circuits de puissance, circuits de mesure analogiques haut niveau, circuits analogiques bas niveau, circuits de transmission de signaux tout ou rien, etc... Chacun de ces circuits pouvant réagir sur les autres, surtout les circuits de puissance et les circuits de commutation, il faut les séparer lorsqu'ils sont dans la même armoire, en éloignant au maximum les cheminements, les connecteurs ou les borniers.

   Les essais de fonctionnement permettent de vérifier l'efficacité des dispositions prises.

2- Séparation physique et électrique des circuits électriques assurant des fonctions différentes

   Circuits analogiques de régulation et circuits analogiques de protection par exemple. Les cheminements, les connecteurs, les borniers, ici encore, sont éloignés le plus possible les uns des autres.

   Les essais de fonctionnement permettent de vérifier l'efficacité des dispositions prises.

3- Continuité des masses métalliques

Un collecteur général des masses, généralement en barre de cuivre non isolée, assure le regroupement des circuits et des masses métalliques qui doivent être reliés à la terre. Les portes sont reliées électriquement au bâti à l'aide d'une tresse métallique vissée sur la porte et le bâti.

4.1.2 (E 4120) *Contrôle*

Les contrôles comprennent notamment la vérification de la conformité du câblage au plan ou au cahier de câblage. Lorsque les contrôles sont réalisés par échantillonnage, le Fournisseur ou le Fabricant de l'armoire câblée définit alors les règles d'échantillonnage conformément en accord avec EDF.

4.2 (E 4200) *Procédés de connectique*

4.2.1 (E 4210) *Sertissage des cosses sur conducteurs*

Généralités

Lorsque la connexion d'un conducteur multibrins est réalisée par vissage, l'extrémité de celui-ci est munie d'une cosse ou d'un embout de filerie serti. Toutefois, il est admis de raccorder directement un conducteur à 7 brins dans une borne à condition que le serrage de celui-ci s'effectue à l'aide d'un étrier sans dissocier les brins.

1 - Réalisation

Le fil est choisi en fonction de son aptitude à être serti. La section du fil est compatible avec la capacité du fût telle qu'elle est définie par le fabricant de la cosse. En aucun cas, les caractéristiques dimensionnelles du fût et du fil ne sont modifiées.

Il n'y a qu'une seule âme par fût.

2 - Contrôle des outillages

Des vérifications sont effectuées sur l'outillage de sertissage.

Elles portent plus particulièrement sur :

- l'adaptation des outils. Des dispositions sont prises pour éviter des échanges accidentels d'outils :
- le maintien de leur qualité.

  Un contrôle périodique est effectué dans des conditions analogues à celles utilisées pour les appareils de mesure. La périodicité des vérifications doit être spécifiée par le Fabricant du matériel de sertissage. Suivant l'usage des outils, elle est définie en fonction :
  - . d'un nombre de sertissages (cas d'une utilisation continue),
  - . d'une durée d'utilisation (cas d'une utilisation discontinue),
  - . d'un changement d'affectation (cas d'une utilisation occasionnelle).

3 - Qualification du procédé

Une qualification du procédé de sertissage est effectuée pour chaque association, modèle de cosse, modèle du fil conducteur et modèle d'outil de sertissage.

Cette qualification comprend notamment :

- une coupe micrographique vérifiant :
  . la symétrie des empreintes,
  . un écrouissage homogène,
  . l'absence d'isolant au niveau du contact,
  . l'absence de fissure dans le matériau constituant le contact,
  . que le coefficient de remplissage du fût soit supérieur à 90%,
  . l'absence de brins pincés dans les angles.
- un essai de traction pour lequel la rupture des brins au niveau du sertissage s'effectue pour une valeur supérieure à 75 % de la force de rupture intrinsèque du fil.

4 - Contrôle de fabrication

Pendant la fabrication, un contrôle visuel des sertissages est effectué, notamment sur :

- la forme et l'emplacement des empreintes,
- l'insertion de la totalité des brins dans le fût,
- l'absence de bavure, de crique ou de dégradation de la protection (pour les fûts pré-isolés),
- l'absence de brins coupés au ras de la gaine.

Un essai de traction périodique est effectué dans les mêmes conditions que celles de la qualification du procédé. La périodicité est au moins égale à celle du contrôle des outillages.

4.2.2 (E 4220) *Connexion par fil enroulé*

Ce type de connexion périodique est réalisé en respectant la norme NF C 93-021, notamment en ce qui concerne :

- la qualification du procédé,
- sa réalisation proprement dite,
- les contrôles de fabrication.

4.2.3 (E 4230) *Connexion termipoint*

Ce type de connexion est réalisé en respectant la norme NF C 93-022, notamment en ce qui concerne :

- la qualification du procédé,
- les contrôles de fabrication.

Les contrôles portent en particulier sur le comportement de l'isolant du conducteur (coefficient d'élasticité).

4.2.4 (E 4240) *Connexion par brasage tendre*

1 - Approvisionnement et contrôle des alliages et flux

L'approvisionnement des fils, rubans, billes et barres est effectué conformément aux impositions de la norme NF C 90-550.

2 - Mise en oeuvre d'un procédé de soudure à la vague automatique dit "brasage à la vague".

Le fournisseur du système ou son sous-traitant utilisant ce procédé définit des règles :

- d'une part, concernant la mise en oeuvre du procédé,
  - . l'appréciation de l'état de surface des lots de constituants à assembler par un test de brasabilité conformément à la norme NF C 20-720,
  - . la préparation des circuits imprimés,
  - . la protection des contacts et parties dorées,
  - . le nettoyage des circuits après soudure.
- d'autre part, concernant les contrôles (nature, périodicité) effectués sur :
  - . la propreté du bain analysé conformément aux dispositions de la norme NF C 90-550,
  - . la température du bain,
  - . la hauteur de la vague et l'angle d'attaque,
  - . la vitesse du convoyeur,
  - . la nature du flux* analysé, conformément aux dispositions mentionnées dans la norme NF C 90-550,
  - . la hauteur du flux,
  - . le nettoyage de la machine,
  - . la température de préchauffage,
  - . l'utilisation de la plaque test avant chaque campagne.

* NOTA :
L'utilisation de décapants activés par des halogénures dont la teneur est supérieure à 0,7 % nécessite d'effectuer des essais de qualification de procédés comportant des essais de corrosion sur carte nettoyée.

3 - Contrôle après brasage à l'étain

Un examen visuel sous un grossissement compris entre 5 et 10 (les valeurs limites étant incluses) est effectué d'après les instructions de contrôle du Fournisseur du Système ou de son sous-traitant qui fixent les tolérances d'acceptabilité des défauts, essentiellement :

- les ponts de soudure,
- les glaçons,
- les fissures,
- les porosités,
- les piqûres,
- les soudures ternes,
- un angle du congé sortant des valeurs limites spécifiées,
- le démouillage,
- le tuilage des cartes,
- les défauts dus à un mouillage trop rapide,
- les défauts dus à un mouillage trop lent.

Cet examen visuel porte également sur la tenue du vernis épargne et sur la qualité du nettoyage.

4.2.5 (E 4250) *Connexion par clips*

La qualité de ce mode de connexion dépendant beaucoup de la qualité des composants utilisés, le Fournisseur devra en indiquer les caractéristiques à EDF (voir norme NF C 20-120).

4.2.6 (E4260) *Connecteurs*

Il peut être demandé dans les spécifications particulières d'un équipement que des garanties soient apportées quant aux caractéristiques des connecteurs utilisés aussi bien pour les raccordements internes entre sous-ensembles de l'équipement, que pour les raccordements de l'équipement à son environnement extérieur.Dans ce cas on se référera aux prescriptions de la HN 63-S-90 "Spécification pour la qualification et la fourniture des connecteurs" .

Les sanctions retenues pour les essais ou les valeurs exigées pour certaines caractéristiques d'ordre électrique sont données dans le tableau ci-après en fonction du type et du niveau d'utilisation du connecteur. Dans tous les cas la résistance d'isolement doit être ≥100 MΩ.

On retient six types d'utilisation :

1. Alimentations auxiliaires (50 Hz et continu),
2. Grandeurs analogiques (secondaire des transformateurs principaux de mesure du réseau électrique),
3. Informations tout ou rien en polarités continues,
4. Grandeurs analogiques à bas niveaux (fréquence inférieure à 3 MHz),
5. Transmission de données (informations numériques codées),
6. Liaison de télécommunications (fréquence supérieure à 100 kHz),

et six niveaux d'utilisation :

a) Raccordement à l'appareillage haute tension et aux transformateurs auxiliaires d'alimentation,
b) Raccordement externe des équipements dans les bâtiments de relayage ou salles de relayage (avec niveau élevé des perturbations conduites et rayonnées),
c) Raccordement interne aux équipements installés dans le bâtiments ou salles de relayage, mais derrière le transformateur d'isolement pour grandeurs analogiques ou le convertisseur continu/continu avec isolement galvanique pour grandeurs continues, compris dans l'enveloppe de l'équipement,
d) Raccordement externe dans les bâtiments de commande sans interface spécialisée,
e) Raccordement externe dans les bâtiments de commande avec découplage externe spécialisé (niveau faible des perturbations conduites et rayonnées),
f) Raccordement interne aux équipements installés dans les bâtiments de commande.

Par ailleurs les spécifications particulières de l'équipement doivent impérativement préciser la classe de température du connecteur et s'il y a lieu de vérifier en outre :

- la valeur des forces d'accouplement et de désaccouplement,
- l'efficacité du serre-câble,
- la tenue à la traction du conducteur de raccordement,
- la torsion du conducteur de raccordement,
- la tenue aux manoeuvres,
- la tenue aux vibrations mécaniques,
- la tenue à l'essai de séquence climatique,
- la tenue à la pénétration de l'eau,
- la tenue à l'essai continu de chaleur humide,
- la tenue à l'essai de chaleur sèche sous charge électrique,
- la tenue à l'essai de fonctionnement prolongé.

Les modalités des essais correspondants et les sanctions retenues sont conformes à celles de la spécification HN 63-S-90.

Caractéristiques électriques des connecteurs

		Tenue diélectrique 50Hz-kV eff MC/MD	Tenue onde de choc kV crête MC/MD	Tension nominale de service V CA/CC	Courant nominal	Surcharge	Courant minimum CC	Résistance de connexion mΩ
	A	2/1	5/5	380/130	5A	250 A/30 ms	.	20 mΩ
	B	2/1	5/6	380/130	5A	250 A/30 ms	.	20 mΩ
1	C	0,5/0,5	1/0,5	15	10 A	250 A/30ms	.	20 mΩ
	D	0,5/0,5	3/1	380/130	5A	250 A/30 ms	.	20 mΩ
	E	0,5/0,5	1/0,5	380/130	5A	250 A/30 ms	.	20 mΩ
	F	0,5/0,5	0,5/0,25	15	10 A	250 A/30 ms	.	20 mΩ
	A	2/1	5/5	100	5 A	100 A/S s	0.1 A	20 mΩ
	B	2/1	5/5	100	5 A	100 A/5 s	0.1 A	20 mΩ
2	C	0,5/0,5	1/0,5	15	10 A	100 A/5 s	10 mA	20 mΩ
	D	0,5/0,5	3/1	100	5 A	100 A/5 s	0.1 A	20 mΩ
	E	0,5/0,5	1/0,5	100	5 A	100 A/5 s	0.1 A	20 mΩ
	F	0,5/0,5	0,5/0,25	15	10 A	100 A/5 s	10 mA	20 mΩ
	A	2/1	5/5	130	5 A	250 A/30 ms	1 mA	20 mΩ
	B	1,5/0,5	3/1	130	1 A	100 A/30 ms	1 mA	20 mΩ
3	C	0,5/0,5	1/0,5	15	0,1 A	50 A/30 ms	100 µA	20 mΩ
	D	0,5/0,5	3/1	130	1 A	100 A/30 ms	1 mA	20 mΩ
	E	0,5/0,5	1/0,5	130	1 A	100 A/30 ms	1 mA	20 mΩ
	F	0,5/0,5	0,5/0,25	15	0.1 A	50 A/30 ms	100 µA	20 mΩ
	A	2/1	5/5	15	0.1 A	.	100 µA	20 mΩ
	B	1,5/0,5	3/1	15	0.1 A	.	100 µA	10 mΩ
4	C	0,5/0,5	1/0,5	15	0.1 A	.	10 µA	10 mΩ
	D	0,5/0,5	3/1	15	0.1 A	.	100 µA	10 mΩ
	E	0,5/0,5	1/0,5	15	0.1 A	.	100 µA	10 mΩ
	F	0,5/0,5	0,5/0,25	15	0.1 A	.	10 µA	10 mΩ
	A	2/1	5/5	5	0.1 A	.	1 mA	20 mΩ
	B	1,5/0,5	3/1	5	0.1 A	.	1 mA	10 mΩ
5	C	0,5/0,5	1/0,5	5	0.1 A	.	100 µA	10 mΩ
	D	0,5/0,5	3/1	5	0.1 A	.	1 mA	10 mΩ
	E	0,5/0,5	1/0,5	5	0.1 A	.	1 mA	10 mΩ
	F	0,5/0,5	0,5/0,25	5	0.1 A	.	100 µA	10 mΩ
	A	2/1	5/5	1	10 mA	.	10 µA	5 mΩ
	B	1,5/0,5	3/1	1	10 mA	.	10 µA	5 mΩ
6	C	0,5/0,5	1/0,5	1	10 mA	.	1 µA	5 mΩ
	D	0,5/0,5	3/1	1	10 mA	.	10 µA	5 mΩ
	E	0,5/0,5	1/0,5	1	10 mA	.	10 µA	5 mΩ
	F	0,5/0,5	0,5/0,25	1	10 mA	.	10 µA	5 mΩ

5. (E 5000) Dispositions constructives

5.1. (E 5100) *Règles concernant l'implantation des sous-ensembles dans un système*

Un équipement peut être divisé en sous-ensemble distincts. Il est recommandé de faire correspondre, autant que faire se peut, la division technologique à la division fonctionnelle :

- les signaux transités par les liaisons entre sous-ensembles pouvant présenter des caractéristiques très particulières (niveaux, fréquences ...), le Fournisseur doit spécifier et fournir lui-même les cordons et les connecteurs reliant entre eux les sous-ensembles d'un même équipement,
- les organes dégageant de la chaleur doivent être disposés de façon à ce que leur échauffement ne gêne pas les autres composants,
- tout élément dissociable doit être repéré d'une manière très claire et sans équivoque. Le repérage doit être rappelé sur la partie fixe de façon à permettre la remise en place de l'élément sans erreur possible,
- la disposition mécanique doit permettre d'accéder facilement à tous les organes et de remplacer les éléments fonctionnels enfichables.

5.2 (E 5200) *Dispositifs d'ajustement, de contrôle et de dépannage*

Les dispositifs concernés sont :

- les organes de réglage ou d'ajustement,
- les points de mesure ou "point test".

Pour les interventions du premier degré, les organes de réglage ou d'ajustement doivent être accessibles sans démontage des équipements : ils doivent être efficacement protégés. Leur technologie doit être adaptée à la précision d'affichage requise (jeux, parallaxes, échelles dilatées des verniers, etc..). Chaque fois que cela est possible, les dispositifs d'ajustement par valeurs discrètes sont préférables. En ce qui concerne les points-test, ils doivent être accessibles en face avant. Ils doivent être repérés sans équivoque possible. Ils se présentent sous la forme d'alvéole pour fiches de diamètre égal à 2 mm ou 4 mm sauf spécifications particulières.

Pour les interventions du second degré, les organes éventuels de réglage ou d'ajustement peuvent être placés à l'intérieur des équipements, mais accessibles. Leur repérage doit être tel qu'il soit facile de les identifier à l'aide d'un schéma. Les points-test correspondant à ce deuxième degré d'intervention peuvent être situés à l'intérieur des équipements, voire sur les cartes imprimées elles-mêmes, mais un signe particulier doit permettre leur identification facile et la connexion aisée d'un dispositif courant : fiche, pince, "grip-fils", etc.

Les équipements devant être essayés ou étalonnés par injection de grandeurs analogiques fictives doivent être munis de dispositifs permettant ces injections. Les spécifications particulières doivent préciser ces dispositifs en tenant compte des appareils à disposition des agents d'exploitation (boîtes à bornes d'essai, connecteurs, etc..).

5.3 (E 5300) *Inscription de repérage*

Les inscriptions doivent être lisibles et indélébiles et, autant que possible, rédigées en langue française. Les inscriptions autocollantes rapportées sont à éviter.

D'une manière générale, les dispositions devant être adoptées font l'objet des normes de la série 03 - Schémas - Symboles et de la série 04 Repérage - Etiquetage de l'UTE.

5.3.1 (E 5310) *Identification des sous-ensembles*

Chaque sous-ensemble d'un équipement est muni d'une plaque signalétique comportant notamment :

- le nom du Fournisseur ou sa marque de fabrique,
- désignation du type, n de série et n dans la série,
- identifications particulières.

La fonction en clair, le symbole du système et la marque du Fournisseur sont inscrits sur le panneau avant.

5.3.2 (E 5320) *Marquage des éléments constitutifs*

Chaque partie constitutive du système doit pouvoir être aisément repérable ; cette recommandation s'applique notamment aux composants, bornes, conducteurs, organes de commande, de signalisation. Les mêmes repères sont portés sur les différents schémas.

. Identification des cartes imprimées enfichables

Chaque carte doit être parfaitement repérable à l'aide de poinçons de contrôle, d'indices de mise à jour ...

. Marquage des organes de commande et de service

Les inscriptions doivent permettre une identification facile de l'organe, ainsi qu'une indication précise des sens de manoeuvre et du résultat prévu.

Les couleurs des lampes de signalisation sont définies par les spécifications particulières. Ces spécifications doivent rester dans le cadre de la normalisation existante (voir. NF C 20-070 et NF C 64-070).

. Marquage des composants

Tous les composants élémentaires doivent pouvoir être aisément identifiés (type, valeur) grâce à un repérage clair et lisible.

. Marquage des éléments embrochables

Chaque élément embrochable est repéré par l'indication de sa fonction éventuellement codée. Dans le cas de fonctions répétitives nécessitant plusieurs éléments identiques, des numéros de repérage supplémentaires sont inscrits.

Un repérage identique est porté sur la partie fixe sur laquelle vient s'embrocher l'élément.

5.4 (E 5400) *Sécurité des personnels*

En ce qui concerne la sécurité des personnels, certaines dispositions doivent être prises, soit lors de la conception et de la réalisation de l'appareil, soit lors de son installation.

Les règles à suivre sont définies dans les normes de la série 18 "Mesures de protection et de prévention" de l'UTE.

Lorsque des tensions dangereuses pour le personnel existent à l'intérieur de certains équipements, les dispositions à prendre sont au minimum les suivantes :

- tous les équipements, à l'intérieur desquels peuvent apparaître des tensions supérieures à celles de 1ère catégorie (soit 750 V en courant continu ou 500 V en courant alternatif), doivent être munis de dispositifs de sécurité coupant le courant lors de l'ouverture des panneaux permettant l'accès à l'équipement,
- des plaques ou des signaux conventionnels sont apposés à proximité des points où la tension peut excéder les valeurs correspondant à la 1ère catégorie,

- des prises de terre (ou masse mécanique) sont à prévoir sur tous les équipements : des liaisons équipotentielles entre les masses mécaniques, simultanément accessibles doivent être réalisés (mise à la terre des enveloppes, châssis ...),
- pour l'alimentation en courant alternatif des équipements correspondant à une installation de 1ère catégorie, l'emploi des prises à broche pour mise à la terre de la masse est obligatoire.

6 (E 6000) Déverminage des systèmes ou de leurs sous-ensembles

6.1 (E 6100) *Introduction*

Le déverminage a pour objet de permettre à ceux des défauts latents qui sont de nature à se manifester à court terme en exploitation, d'apparaître et d'être décelés en usine.

Le déverminage des composants électroniques est traité aux points 2.1.3.1.1 et 2.1.3.1.2, règles d'approvisionnement, niveaux de contrôle 1 et 2.

Le présent chapitre traite du déverminage des systèmes ou de leurs éléments constitutifs, pour lesquels deux classes de déverminage sont retenues :

- classe T, paragraphe 6.3.2.1, déverminage sous tension soit par cycles de température, soit à température constante,
- classe A, paragraphe 6.3.2.2, déverminage sous tension à la température ambiante.

6.2 (E 6200) *Domaine d'application*

La spécification particulière du Système précise si celui-ci ou ses sous-ensembles doivent être soumis à un déverminage et la classe de déverminage à appliquer.

6.3 (E 6300) *Modalités du déverminage*

6.3.1 (E 6310) *Règles générales*

. Le déverminage est réalisé, au choix du Fournisseur du Système, au niveau du Système lui-même ou au niveau de ses éléments constitutifs.

. Les caractéristiques fonctionnelles du Système ou de l'élément constitutif sont contrôlées sous tension nominale à la température ambiante, avant et après déverminage.

. Lorsque le Fournisseur du Système retient, pour certaines grandeurs, des sanctions par dérive, ces grandeurs et les écarts maximaux tolérés sont entièrement définis dans les procédures du Fournisseur.

. Les dispositions à prendre, pour le cas où des défaillances sont détectées en cours de déverminage, sont fixées par le Fournisseur dans ses procédures. Ces dispositions concernent notamment la traçabilité des défaillances constatées.

6.3.2 (E 6320) *Classes de déverminage*

6.3.2.1 (E 6321) *Déverminage en classe T*

Le Système ou l'élément constitutif est alimenté sous une tension au moins égale à sa valeur nominale.

Le déverminage en classe T est réalisé, au choix du Fournisseur, soit par cycles de température soit à température constante.

1 - Cas d'un déverminage par cycles de température

Les valeurs de température adoptées pour chaque palier correspondent aux valeurs limites de température fixées par le Fournisseur pour le fonctionnement du Système ou de l'élément constitutif.

Dans tous les cas les valeurs de température adoptées pour chaque palier et la vitesse de variation de la température entre paliers sont compatibles avec la tenue des composants les plus fragiles.

La durée minimale des paliers après stabilisation de la température est de 2 heures pour la température maximale et de 1 heure pour la température minimale.

Les coupures d'alimentation du Système ou de l'élément constitutif sont admises dans la période de transition entre paliers.

La durée globale du déverminage est au moins égale à 96 heures.

2 - Cas d'un déverminage à température constante

Le déverminage est réalisé à une température égale à la valeur maximale de la température fixée par le Fournisseur pour le fonctionnement du Système ou de l'élément constitutif.

Dans tous les cas la valeur de la température adoptée est compatible avec la tenue des composants les plus fragiles.

La durée globale du déverminage est au moins égale à 96 heures après stabilisation de la température.

6.3.2.2 (E 6322) *Déverminage en classe A*

Le Système ou l'élément constitutif est alimenté sous une tension au moins égale à sa valeur nominale.

Le déverminage est réalisé à température ambiante pendant une durée au moins égale à 168 heures.

6.3.3 (E 6330) Critères d'acceptation

Les caractéristiques fonctionnelles du Système ou de l'élément constitutif après déverminage sont conformes aux spécifications. Lorsque des sanctions par dérive sont retenues par le Fournisseur pour certaines grandeurs, les relevés de mesure correspondant à ces grandeurs avant et après déverminage font ressortir des écarts inférieurs ou égaux aux écarts maximaux tolérés dans les procédures du Fournisseur.

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF

Juin 1993 **HN 46-R-0-6**

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 6 : Méthodes de contrôle et d'essais

CENTRE DE NORMALISATION

EDF
Electricité de France

Direction des Etudes et Recherches

Service Information, Prospective et Normalisation

SPÉCIFICATION TECHNIQUE EDF **HN 46-R-01-6**
Juin 1993

Titre

Directives générales de conception et de construction des matériels de commande, de protection et de télécommunication des réseaux électriques (DICOT) - Partie 6 : Méthodes de contrôle et d'essais

(General guidelines for the design and manufacturing of control, protection and telecommunication equipment for electrical networks - Part 6 : Verification and test methods)

Nombre de pages 36 (y compris annexes)

Type Spécification technique

Document(s) associé(s) Remplace le projet HN 46-R-01 de Janvier 1990

Résumé

La HN 46-R-01 se présente sous la forme d'un recueil en 6 parties (HN 46-R-01-1 à HN 46-R-01-6) précisant l'ensemble des directives générales de conception et de construction des matériels de contrôle-commande des réseaux électriques.

Elle regroupe en un document unique les règles ou spécifications nécessaires à l'établissement des clauses techniques des contrats entre client et fournisseur. Il fait très largement référence aux normes internationales de la CEI, aux normes nationales de la série NF C pour les matériels électriques, et aux normes nationales de la série NF EN 29000 publiées par l'AFNOR pour l'Assurance Qualité.

Auteurs

Cette spécification a été rédigée par un groupe de travail composé de :

M. AUGER	DER-IPN animateur	P. LEBRETON	DPT-SPT
JL. BERGEROT	DPT-STET	D. MONTEIL	DE-SQR
P. ASSAILLY	DPT-CERT	C. REY	DE-SEPTEN
P. RAMM	DPT-SPH	A. VICAUD	DER-ERMEL
M. FOLLIOT	EDF-GDF Services-STE	G. CHAINAY	DPT-MTPT

Classe AFNOR/UTE C 4

Direction responsable

EDF Production Transport
Département Contrôle Commande
1-9, rue Nicolau - 93407 St Ouen Cedex
Tél : 33(1) 49 22 95 00

Editeur

EDF/DER Service IPN
Centre de Normalisation
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex
Tél : 33(1)47 65 43 31

Distributeur

EDF/DER Service IPN
EDA Repro
Bât. L
1, avenue du Général De Gaulle - 92141 Clamart Cedex

Accessibilité Libre

© EDF - 1993

PAGE BLANCHE

SOMMAIRE

HN-46-R-01-6 (VOLUME MC) - METHODES DE CONTROLE ET D'ESSAIS

1 (MC 1000) Généralités 7

1.1 (MC 1100) Objet 7

1.2 (MC 1200) Conditions générales pour les essais 7

1.2.1 (MC 1210) Conditions atmosphériques normales d'essai 7

1.2.2 (MC 1220) Autres conditions 8

2 (MC 2000) Contrôles technologiques 9

2.1 (MC 2100) Examen des documents 9

2.2 (MC 2200) Vérification des caractéristiques technologiques 9

3 (MC 3000) Contrôles électriques 10

3.1 (MC 3100) Essais d'isolement 10

3.1.1 (MC 3110) Généralités 10

3.1.1.1 (MC 3111) Modalités 10

3.1.1.2 (MC 3112) Définition des circuits essayés 10

3.1.1.3 (MC 3113) Classes de tension d'essai 10

3.1.2 (MC 3120) Tenue à la tension de choc 11

3.1.2.1 (MC 3121) Conditions du circuit d'essai 11

3.1.2.2 (MC 3122) Procédure d'essai 12

3.1.2.3 (MC 3123) Points d'application 12

3.1.2.4 (MC 3124) Sanctions 12

3.1.3 (MC 3130) Rigidité diélectrique à 50 Hz 12

3.1.3.1 (MC 3131) Procédure d'essai 12

3.1.3.2 (MC 3132) Matériel d'essai 12

3.1.3.3 (MC 3133) Points d'application 13

3.1.3.4 (MC 3134) Sanction 13

3.1.4 (MC 3140) Résistance d'isolement 13

3.1.4.1 (MC 3141) Modalités 13

3.1.4.2 (MC 3142) Sanction 13

3.2 (MC 3200) Contrôle de la continuité électrique des masses mécaniques 14

3.2.1 (MC 3210) Domaine d'application 14

3.2.2 (MC 3220) Matériel d'essai 15

3.2.3 (MC 3230) Modalités 15

3.2.4 (MC 3240) Critères d'acceptation 15

3.3 (MC 3300) Tenue aux courants de court-circuit 15

3.4 (MC 3400) Tenue aux surcharges 15

3.5 (MC 3500) Inversion des polarités 15

4 (MC 4000) Contrôles des performances 16

4.1 (MC 4100) Généralités 16

4.2 (MC 4200) Contrôle du comportement au court-circuit des matériels électroniques 16

4.2.1 (MC 4210) Objet 16

4.2.2 (MC 4220) Domaine d'application 16

4.2.3 (MC 4230) Modalités 16

4.2.4 (MC 4240) Critère d'acceptation 16

4.3 (MC 4300) Contrôle relatif aux opérations de maintenance et de dépannage 16

4.3.1 (MC 4310) Objet 16

4.3.2 (MC 4320) Domaine d'application 16

4.3.3 (MC 4330) Modalités 17

4.3.4 (MC 4340) Critère d'acceptation 17

4.4 (MC 4400) Influence de l'alimentation 17

4.4.1 (MC 4410) Amplitude de tension 17

4.4.2 (MC 4420) Composante alternative 17

4.4.3 (MC 4430) Variation de tension continue 17

4.4.4 (MC 4440) Interruption de tension alternative 18

4.4.5 (MC 4450) Harmoniques 18

4.4.6 (MC 4460) Fréquence 18

4.5 (MC 4500) Influence de la température ambiante 18

4.6 (MC 4600) Influence sur les circuits d'entrée-sortie 19

4.7 Compatibilité électromagnétique (CEM) 19

4.7.1 (MC 4700) Susceptibilité aux perturbations conduites 19

4.7.1.1 (MC 4710) Généralités 19

4.7.1.2 Essais à l'onde oscillatoire amortie 20

4.7.1.3 Essais de susceptibilité aux impulsions transitoires rapides 20

4.7.2 (MC 4800) Essais de susceptibilité aux perturbations rayonnées 21

4.7.2.1 Généralités 21

4.7.2.2 Essais de susceptibilité aux champs électromagnétiques permanents à 50 Hz 22

4.7.2.3 Essai de susceptibilité aux champs électromagnétiques permanents HF 22

4.7.3 Essai de susceptibilité aux décharges électrostatiques 22

4.7.3.1 Généralités 22
4.7.3.2 Spécifications d'essai 23
4.7.4 Sanctions des essais de susceptibilité 23
4.7.4.1 Essais de susceptibilité à des perturbations permanentes (champ électromagnétique 50 Hz et HF) 23
4.7.4.2 Essais de susceptibilité aux perturbations transitoires (onde oscillatoire amortie, impulsions rapides) 23

5 (MC 5000) Contrôles de l'influence du matériel sur l'environnement 24
5.1 (MC 5100) Influence électrique 24
5.1.1 (MC 5110) Puissance absorbée 24
5.1.1.1 (MC 5111) Alimentation auxiliaire à courant continu 24
5.1.1.2 (MC 5112) Alimentation auxiliaire à courant alternatif 24
5.1.1.3 (MC 5113) Circuits analogiques 24
5.1.2 (MC 5120) Appel courant à la mise sous tension des circuits 25
5.1.2.1 (MC 5121) Alimentation auxiliaire à courant continu 25
5.1.2.2 (MC 5122) Alimentation auxiliaire à courant alternatif 25
5.1.2.3 (MC 5123) Circuits analogiques 25
5.1.3 (MC 5130) Contrôle de la forme des courants absorbés par le Système 25
5.1.3.1 (MC 5131) Alimentation auxiliaire à courant continu 25
5.1.3.2 (MC 5132) Alimentation auxiliaire à courant alternatif 25
5.1.3.3 (MC 5133) Circuits de tension 25
5.1.3.4 (MC 5134) Autres circuits d'entrée-sortie (sauf circuits de courant) 26
5.1.4 (MC 5140) Contrôle des surtensions à haute fréquence (valeurs de crête) dues au Système alimenté 26
5.2 (MC 5200) Influence des champs rayonnés 26
5.3 (MC 5300) Influence mécanique 26
5.4 (MC 5400))Influence acoustique 26

6 (MC 6000) Essais climatiques et de robustesse mécanique 27
6.1 (MC 6100) Essai de froid 27
6.2 (MC 6200) Essai de chaleur sèche 27
6.3 (MC 6300) Essai de chaleur humide 28
6.3.1 (MC 6310) Essai continu 28
6.3.2 (MC 6320) Essai accéléré 28
6.3.3 (MC 6330) Essai cyclique 29
6.4 (MC 6400) Essai de variation de température 29

6.5 (MC 6500) Autres essais d'environnement 30

6.6 (MC 6600) Essai de vibrations mécaniques , de chocs et de secousses 30

6.6.1. Essais de vibrations sinusoïdales 31

6.6.1.1 Essais de tenue 31

6.6.1.2. Essais de comportement aux vibrations 32

6.6.2. Essais de chocs et secousses 32

6.6.2.1 Essais de chocs 32

6.6.2.2 Essais de secousses 33

6.7 (MC 6700) Essai de chute libre 33

6.8 (MC 6800) Vérification du degré de protection des enveloppes 33

7 (MC 7000) Essais de fonctionnement prolongé 34

8 (MC 8000) Reprise du contrôle technologique et des essais fonctionnels 34

Le présent document correspond au volume MC du DICOT de janvier 1990 (on a indiqué entre parenthèses dans les titres des articles et paragraphes ci-après les références des articles et paragraphes correspondants du DICOT).

1 (MC 1000) Généralités

1.1 (MC 1100) *Objet*

La présente partie concerne les méthodes d'essais à appliquer aux Systèmes, en vue de contrôler leurs performances et leurs caractéristiques.

La liste d'essais qu'il contient ne prétend pas être exhaustive, néanmoins, elle offre un choix assez complet permettant de préciser dans les spécifications particulières les essais à effectuer pour obtenir une garantie suffisante sur l'aptitude du Système à remplir sa mission.

Les spécifications particulières doivent préciser les essais qui sont choisis pour la procédure de qualification (essais de type) et ceux qui sont adoptés pour les essais de série ou d'acceptation.

1.2 (MC 1200) *Conditions générales pour les essais*

Les spécifications particulières mentionnent parmi les règles générales données dans le présent volume celles qui sont applicables à un matériel donné, en précisant, le cas échéant, les dérogations à ces règles générales dans les modalités particulières de chaque essai. Ces spécifications concernent :

- le traitement du matériel avant l'ensemble des essais,
- les précautions relatives aux alimentations,
- les précautions relatives aux appareils d'essais utilisés,
- les conditions concernant les mises à la terre éventuelles,
- les réglages particuliers adoptés, dans le cas des appareils équipés d'organes d'ajustement[1],
- pour chaque grandeur d'influence, la valeur adoptée pour les conditions de référence et la tolérance dont elle est assortie si celles-ci sont différentes de celles données dans le présent volume.

1.2.1 (MC 1210) *Conditions atmosphériques normales d'essai*

Les conditions atmosphériques normales d'essais sont les suivantes :

Tolérances larges

Sauf prescriptions particulières, les essais sont effectués dans les conditions atmosphériques suivantes :

- plage de température : 15° C à 35° C
- humidité relative : 45 % à 75 %
- pression atmosphérique : 860 mbar à 1060 mbar.

Avant l'ensemble des essais, tous les appareils sont placés au moins pendant 24 heures dans ces conditions.

---

[1] Toute opération de réétalonnage est exclue pendant la durée des essais.

Tolérances étroites

Certains essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques suivantes :

- température ambiante : 23° C 2° C
- humidité relative : 50 % 5 %
- pression atmosphérique : 860 mbar à 1060 mbar.

Ces conditions sont celles des reprises et des préconditionnements. Ce sont aussi les conditions atmosphériques pour les conditions de référence (arbitrage).

1.2.2 (MC 1220) *Autres conditions*

- absence de chocs mécaniques,
- faible teneur en poussière de l'air,
- absence de vapeurs corrosives,
- caractéristiques de la tension d'alimentation en régime établi égales aux valeurs nominales :

  ± 5 % tolérances larges

  ± 2 % tolérances étroites

2 (MC 2000) Contrôles technologiques

2.1 (MC 2100) *Examen des documents*

Ce contrôle consiste à vérifier d'une part, la concordance entre les spécifications du Système et les documents fournis par le Fournisseur et d'autre part, la concordance entre le Système et ces documents.

2.2 (MC 2200) *Vérification des caractéristiques technologiques*

Les contrôles portent notamment sur les points suivants :

- conformité des montages aux plans et schémas,
- conformité des composants aux nomenclatures,
- conformité des caractéristiques géométriques des Systèmes aux plans d'ensemble et aux plans de détail (notamment en ce qui concerne la serrurerie),
- degré de protection procuré par les enveloppes,
- distance entre éléments mobiles ou amovibles (entre eux ou avec les parties fixes),
- accessibilité des composants pour la maintenance (notamment pour les éléments consommables),
- système d'enfichage, facilité d'insertion et d'extraction, système de détrompage,
- emplacement des éléments dissipateurs,
- existence des bornes de masse et des dispositifs de mise à la masse des différents éléments d'un Système,
- repérage des matériels, des composants, des points de test et de réglage, de la filerie, des borniers,
- calibre des organes de protection,
- qualité de réalisation du câblage interne, des connexions, des composants,
- qualité des réparations éventuelles,
- vernissage et non-vernissage des pièces,
- état des revêtements de surface et de la peinture,
- fonctionnement des organes mécaniques (notamment les verrouillages),
- toute autre caractéristique technologique spécifiée.

3 (MC 3000) Contrôles électriques

3.1 (MC 3100) *Essais d'isolement*

3.1.1 (MC 3110) *Généralités*

3.1.1.1 (MC 3111) *Modalités*

Les essais sont effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai (tolérances larges).

La masse est constituée :

a) dans le cas d'appareils à enveloppe conductrice, par l'enveloppe,

b) dans le cas d'appareils à enveloppe isolante comportant des pièces métalliques, par ces pièces reliées électriquement entre elles et à la pièce métallique la plus proche intervenant pour la fixation en service normal,

c) dans le cas d'appareils à enveloppe isolante sans pièce métallique accessible, par une plaque métallique à laquelle est fixé l'appareil, par ses moyens normaux de fixation et dont les dimensions sont au moins égales à celle de la section d'appui du matériel.

Dans le cas d'appareils en plusieurs boîtiers, ces derniers sont connectés entre eux de la même manière qu'en utilisation.

La tension est appliquée sur les bornes extérieures. Dans le cas de sortie par connecteur, l'essai est fait avec le connecteur complet.

- Les dispositifs d'antiparasitage éventuels ne doivent pas être déconnectés pendant les essais.
- Pour tous les essais, les circuits devant être reliés à la masse le sont par toutes leurs bornes.
- Dans le cas où l'appareil est équipé d'interrupteurs ou de dispositifs "marche-arrêt", ces derniers sont en position fermée.
- L'appareil n'est pas alimenté pendant l'épreuve.

On effectue d'abord les mesures de résistance d'isolement, puis les essais à la tension alternative, puis les essais à la tension de choc.

3.1.1.2 (MC 3112) *Définition des circuits essayés*

Les circuits essayés sont galvaniquement indépendants. La définition des circuits galvaniquement indépendants est à préciser dans les spécifications particulières.

Si les spécifications particulières ne comportent aucune exigence quant à la séparation galvanique des circuits, le Fournisseur doit indiquer les liaisons galvaniques pouvant exister entre ces derniers.

3.1.1.3 (MC 3113) *Classes de tension d'essai*

Les valeurs des tensions d'épreuve sont données dans le tableau I. On y distingue 7 classes de sévérité décroissante A1,A2, B, C1, C2, D et E. La classe A1 est relative aux matériels placés dans les postes MT/BT et sur les réseaux BT et MT. Les autres classes sont applicables dans les postes THT et HT/MT. Les classes A2, B, C1, C2 sont représentatives des contraintes électriques que subissent les Systèmes situés dans la zone perturbée qui englobe les bâtiments de relayage d'un poste (ou tout autre lieu d'environnement électrique équivalent), alors que les classes E et D sont plutôt représentatives des contraintes électriques que subissent les Systèmes situés dans la zone moins perturbée que constitue le bâtiment industriel du poste (ou tout autre lieu d'environnement électrique équivalent).

Deux circuits d'un Système situé dans le bâtiment de relayage (ou zone perturbée) peuvent être de classe différente.

A titre d'exemple, on peut dire que :

- la classe A2 s'applique aux circuits du Système raccordés aux réducteurs de mesure TC, TT, TCT et la classe B aux auxiliaires alternatifs.
- la classe C1 s'applique aux Systèmes pour lesquels on demande une grande sécurité de fonctionnement (protections) et en particulier sur les circuits desquels on trouve les risques de surtension maximale : circuits raccordés aux auxiliaires 125 V et 48 V continu et aux précâblés d'alimentation et de déclenchement.
- la classe C2 s'applique au reste de la filerie du bâtiment de relayage et éventuellement à des Systèmes de la zone perturbée autres que les protections.

En règle générale les circuits d'un Système situé dans le bâtiment industriel du poste (zone peu perturbée) sont tous de même classe (D) dans la mesure où ils sont séparés galvaniquement de circuits situés en zone perturbée (circuits d'alimentation et d'E/S alimentés par une batterie distincte placée au Bâtiment Industriel).

- la classe E est une classe qui ne peut s'appliquer qu'à des Systèmes installés en zone peu perturbée et séparés des autres installations par des interfaces appropriées placées au Bâtiment Industriel.

  Ceux de ces matériels[2)] qui ne satisferaient pas les critères de la classe E devraient être amenés par des dispositifs extérieurs, aux niveaux de tenue définis par cette classe.

Les Systèmes de télécommunications utilisés pour des applications où leur dysfonctionnement peut être dommageable pour le réseau électrique (par exemple faisceaux hertziens, terminaux pour fibres optiques supports de protections différentielles de ligne) doivent satisfaire aux prescriptions de la classe D ou à celles d'une classe de sévérité supérieure mentionnée dans les spécifications particulières du Système, en fonction de l'environnement dans lequel ce dernier est utilisé.

Ceux de ces matériels[2)] qui ne satisfont pas les critères de la classe de sévérité définie (>D) doivent être amenés par des mesures appropriées extérieures (blindage, filtrage, transformateur d'isolement,...), au niveau de tenue (> D) requis dans la spécification particulière.

3.1.2 (MC 3120) *Tenue à la tension de choc*

La tension de choc est une tension transitoire apériodique sans oscillation appréciable (voir la Publication 60 de la CEI : Techniques des essais à haute tension).

3.1.2.1 (MC 3121) *Conditions du circuit d'essai*

- Forme d'onde de surtension : elle doit être l'onde normalisée 1,2/50 µs spécifiée dans la Publication 60 de la CEI et ayant les tolérances suivantes :
  Durée du front : 30 %
  Durée à mi-valeur : 20 %
- Impédance de la source : 500 Ω - tolérance : 10 %.
- Energie de la source : 0,5 joule - tolérance : 10 %
- Valeur de la tension d'essai : comme spécifié dans le tableau I pour la classe appropriée. Les niveaux de tension d'essai sont les niveaux à la sortie du circuit d'essai avant que le Système soit raccordé à ses bornes.
- Tolérance de la tension d'essai : + 0 - 10 %.

Les longueurs des conducteurs de raccordement entre le générateur de choc et le Système en essai ne doivent pas dépasser 2 m.

---

2) Matériels non spécifiques à EDF : matériels catalogue, matériels développés pour les PTT.

3.1.2.2 (MC 3122) *Procédure d'essai*

Il est appliqué successivement 5 ondes de choc de polarité positive puis 5 ondes de choc de polarité négative à chacun des points d'application définis en 3.1.2.3.

Deux chocs successifs sont séparés par une durée d'au moins 5 s.

3.1.2.3 (MC 3123) *Points d'application*

En mode commun

- entre chaque circuit galvaniquement indépendant et la masse, l'ensemble des autres circuits reliés entre eux et à la masse par toutes leurs bornes. Les bornes du circuit soumis à l'essai sont réunies entre elles.

En mode différentiel

- entre les bornes de chacun des circuits galvaniquement indépendants pris successivement ; lorsqu'un circuit comporte plus de deux bornes, dont une constituant un commun, l'application de la tension d'essai est effectuée successivement, d'une part, entre chaque borne à fonction particularisée et, d'autre part, la borne constituant le commun.
- L'essai n'est pas effectué entre contacts métalliques ouverts.

3.1.2.4 (MC 3124) *Sanctions*

Si aucune décharge disruptive ne se produit, l'essai est satisfaisant.

S'il se produit plus d'une décharge disruptive, le Système est réputé mauvais.

S'il se produit une décharge disruptive, il doit être appliqué 10 chocs supplémentaires (de même polarité) dont aucun ne doit donner lieu à décharge disruptive afin que le Système soit réputé bon.

Après les essais, le Système doit toujours satisfaire à toutes les prescriptions de fonctionnement

3.1.3 (MC 3130) *Rigidité diélectrique à 50 Hz*

3.1.3.1 (MC 3131) *Procédure d'essai*

L'essai est effectué en courant alternatif avec une tension sinusoïdale de fréquence nominale 50 Hz.

La tension est augmentée progressivement avec la plus grande rapidité compatible avec une indication correcte de l'appareil de mesure ; la tension d'épreuve prescrite est maintenue pendant 60 secondes, puis supprimée aussi rapidement que le permet l'installation sans provoquer de surtension.

Les tensions d'essai sont choisies en fonction de la nature des circuits essayés, parmi les valeurs indiquées dans le tableau I.

3.1.3.2 (MC 3132) *Matériel d'essai*

Le générateur de la tension d'essai doit être dimensionné pour maintenir la tension prescrite entre les points d'application quel que soit le courant de fuite.

Le matériel d'essai comporte un dispositif de déclenchement par maximum de courant. La précision de ce dispositif doit être meilleure que 10 % de la valeur réglée.

Les valeurs de la tension appliquée et du courant de fuite doivent pouvoir être contrôlées pendant l'essai. La précision de ces mesures est meilleure que 5 %.

3.1.3.3 (MC 3133) *Points d'application*

La tension d'essai est successivement appliquée :

En mode commun

- entre chaque circuit galvaniquement indépendant et la masse, l'ensemble des autres circuits reliés entre eux et à la masse par toutes leurs bornes. Les bornes du circuit soumis à l'essai sont réunies entre elles.

En mode différentiel

- entre les bornes des circuits de contact ouverts, l'une des bornes étant reliée à la masse, les autres circuits étant connectés à la masse par toutes leurs bornes.
- éventuellement entre les bornes d'autres circuits que pourraient mentionner les spécifications particulières du Système. Dans ce cas, la valeur de la tension d'épreuve devrait également être indiquée.

Note : Cas des appareils équipés de condensateurs d'antiparasitage entre les conducteurs et la masse : ces condensateurs ne doivent pas être débranchés pendant les essais. Si, en ce qui concerne ces condensateurs, il est pratiquement impossible d'effectuer l'essai avec une tension alternative, on utilisera une tension continue égale à $\sqrt{2}$ fois la tension alternative spécifiée, l'intensité de la source étant limitée à 5 mA.

3.1.3.4 (MC 3134) *Sanction*

Pendant les essais, il ne doit être constaté ni claquage, ni perforation, ni contournement, ni dégradation de composant et le courant débité par le générateur ne doit pas dépasser 3 mA eff sauf prescription particulière.

Après les essais le matériel doit fonctionner normalement.

3.1.4 (MC 3140) *Résistance d'isolement*

3.1.4.1 (MC 3141) *Modalités*

Les points d'application de la tension de mesure sont les mêmes que ceux définis au paragraphe 3.1.3.3. La valeur de la tension continue à appliquer pour chaque classe d'essai figure dans le tableau I.

La résistance d'isolement doit être déterminée lorsque la valeur stable a été atteinte et au moins 1 mn après application de la tension continue de la classe d'essai choisie pour le Système.

Le matériel d'essai permet des mesures de résistance ayant 10 fois la valeur spécifiée, avec une précision de 20 %; il permet de plus de suivre l'évolution de la valeur de la résistance au cours de la mesure.

3.1.4.2 (MC 3142) *Sanction*

Le Système est déclaré défaillant dès que l'une des valeurs mesurées au cours des essais est inférieure à la valeur Ri spécifiée.

Cette valeur dépend de l'importance technologique du Système. Ainsi, deux catégories de Systèmes sont définies :

Type d'équipement	1ère catégorie	2ème catégorie
Résistance d'isolement R_i	100MΩ	10MΩ

La catégorie du Système est indiquée dans les spécifications particulières.

Tableau I - Isolement

Classe	Emplacement/circuit (voir 3.1.1.3)	Rigidité diélectrique à 50 Hz (3.1.3)			Essais à la tension de choc (3.1.2)			Tension CC pour la mesure de la résistance d'isolement
		MC circuits /masse	MC entre circuits	MD(1)	MC circuits /masse	MC entre circuits	MD(2)	
A1	**Postes MT/BT, appareillages de réseaux MT et BT** **Postes Transport, postes source, aménagements hydrauliques :**	4 kV	2 kV	1kV	8 kV	8kV	8 kV	500 V
A2	Circuits raccordés aux sec. des TC et TT	2 kV	2 kV	1 kV	5 kV	5 kV	5 kV	500V
B	Circuits raccordés aux auxiliaires alternatifs	2 kV	2 kV	1 kV	5 kV	5 kV	5 kV	500V
C1	Circuits raccordés aux auxiliaires CC 125V et 48V	2 kV	2 kV	1 kV	5 kV	5 kV	3 kV	500V
C2	Circuits raccordés au reste de la filerie du bâtiment de relayage	1,5 kV	1,5 kV	500 V	3 kV	3 kV	1 kV	500V
D	Circuits ds le bâtiment industriel si séparés galv. de circuits placés en zône perturbée	0,5 kV	500 V	500 V	1 kV	1 kV	500 V	500V
E	Circuits en zône peu perturbée et séparés par des interfaces appropriées	500 V	500 V	500 V	500 V	500 V	250 V	250V

MC : mode commun

MD : mode différentiel

(1) Uniquement aux bornes des circuits à contact ouvert

(2) Uniquement aux bornes des circuits raccordés aux TC, TT et alim. CC et CA

3.2 (MC 3200) *Contrôle de la continuité électrique des masses mécaniques*

3.2.1 (MC 3210) *Domaine d'application*

Ces règles s'appliquent au contrôle de la continuité électrique des masses mécaniques des matériels, notamment ceux définis dans la norme NF C 63-421;pour ces derniers, on appliquera les règles du paragraphe 8.4.2.1 de cette norme.

Le contrôle est effectué au titre des essais de type et de série. Dans ce dernier cas, son exécution se fait par échantillonnage en complément d'un contrôle visuel.

3.2.2 (MC 3220) *Matériel d'essai*

Le matériel d'essai comprend un générateur à courant continu ou alternatif dont la force électromotrice ne dépasse pas 12 V, un dispositif permettant de régler l'intensité du courant débité, et les appareils de mesure destinés à contrôler le courant et la tension.

3.2.3 (MC 3230) *Modalités*

A l'aide du générateur défini ci-dessus, on fait circuler un courant d'une valeur minimale de 2A dans les différents circuits constitués par les masses mécaniques.

La mesure est effectuée entre la connexion de raccordement à la terre et les masses ci-après :

- les portes,
- les poignées de portes,
- les châssis,
- les poignées et les faces avant des tiroirs ou racks,
- les enveloppes métalliques de protection.

3.2.4 (MC 3240) *Critères d'acceptation*

L'essai est satisfaisant lorsque la valeur de la résistance mesurée est inférieure à 0,1 Ω.

Lors de l'installation du matériel sur site, il est nécessaire de respecter les dispositions de la norme NF C 15-100 (paragraphe 413) pour la protection des personnes contre les contacts indirects.

3.3 (MC 3300) *Tenue aux courants de court-circuit*

Il faut s'assurer que les circuits internes du Système supportent, sans dommage, la contrainte maximale due aux courants de court-circuit indiquée dans les spécifications particulières. (Si ces circuits comportent des contacts de relais ceux-ci sont au préalable fermés pour l'essai).

Pour les protections et automates de réseau, les contraintes spécifiques sont :

- 250A - 30 ms pour les circuits de déclenchement,
- 100A - 30 ms pour les autres circuits de "sortie d'informations" réalisés par des contacts de relais.

Pour des raisons de commodité, les essais des circuits à courant continu peuvent être effectués en courant alternatif à 50 Hz, ce dernier étant spécifié en valeur efficace. Dans ce cas, la durée du court-circuit doit être multiple de 10 ms.

3.4 (MC 3400) *Tenue aux surcharges*

Il faut s'assurer que les circuits courant et tension des circuits mesure du Système peuvent supporter les surcharges précisées dans les spécifications particulières pour un régime permanent et une durée spécifiée.

3.5 (MC 3500) *Inversion des polarités*

Il faut s'assurer, en alimentant le Système par des polarités inverses, qu'aucun composant (sauf fusible éventuel) n'est détérioré. Le circuit d'alimentation auxiliaire est protégé par un disjoncteur dont le calibre est précisé dans les spécifications particulières.

4 (MC 4000) Contrôles des performances

4.1 (MC 4100) *Généralités*

Ce chapitre présente les règles générales relatives aux contrôles des performances, les règles particulières figurant dans les spécifications d'essais propres aux matériels.

4.2 (MC 4200) *Contrôle du comportement au court-circuit des matériels électroniques*

4.2.1 (MC 4210) *Objet*

Cet essai optionnel est destiné à vérifier les conséquences fonctionnelles des courts-circuits survenant à l'intérieur des Systèmes électroniques et notamment sur des circuits alimentés par des sources internes à ces Systèmes. Les règles données complètent les prescriptions de la norme NF C 63-421.

Ce contrôle peut-être réalisé pendant l'essai de tenue défini en 3.3.

4.2.2 (MC 4220) *Domaine d'application*

Cet essai s'effectue au titre des essais de type.

4.2.3 (MC 4230) *Modalités*

Les courts-circuits sont provoqués au niveau des interfaces des différents éléments constitutifs ou sous-ensembles d'un matériel, notamment les connexions d'entrée et de sortie des cartes et des tiroirs, les borniers des armoires et des coffrets, les sous-ensembles d'alimentation.

Les conséquences fonctionnelles de ces courts-circuits sont observées.

Celles-ci peuvent être, par exemple :

- l'émission d'un signal de sortie erroné, notamment par un matériel ayant une alimentation commune avec le matériel défaillant,
- l'apparition d'informations erronées en entrée,
- l'isolement de tout ou partie du matériel.

4.2.4 (MC 4240) *Critère d'acceptation*

L'essai est satisfaisant si les résultats sont conformes aux prescriptions de la spécification de l'équipement.

4.3 (MC 4300) *Contrôle relatif aux opérations de maintenance et de dépannage*

4.3.1 (MC 4310) *Objet*

Ce contrôle est destiné à apprécier les dispositions prises en vue de la maintenance et du dépannage.

4.3.2 (MC 4320) *Domaine d'application*

Ce contrôle s'effectue au titre des essais de type.

4.3.3 (MC 4330) *Modalités*

Les opérations exécutées sont définies par la procédure particulière d'essai du matériel. Celles-ci peuvent être, par exemple :

- la coupure de l'alimentation (retrait d'un fusible, etc..),
- l'extraction de chaque type de carte,
- l'insertion de chaque type de carte,
- la création de défaillances sur une carte d'acquisition : court-circuit du signal de validation, codage erroné, mise à la masse d'un signal d'information, fréquence de transmission incorrecte,
- l'arrêt de la ventilation mécanique,
- le déclenchement de toutes les alarmes.

Pour chaque opération exécutée on note :

- les incidences sur les fonctions du Système (arrêt total, arrêt partiel...)
- les fonctions erronées,
- les informations erronées,
- les ordres erronés,
- la localisation du défaut (composant, module, matériel...).

On vérifie ensuite l'efficacité des procédures de maintenance et de dépannage et l'on note la durée d'intervention.

4.3.4 (MC 4340) *Critère d'acceptation*

L'essai est satisfaisant si les résultats sont conformes aux prescriptions de la spécification d'équipement.

4.4 (MC 4400) *Influence de l'alimentation*

Lorsque plusieurs sources de tension indépendantes sont nécessaires au fonctionnement d'un Système, on considère qu'il y a autant de grandeurs d'influence que de sources de tension. Les essais sont effectués en faisant varier successivement chacune de ces grandeurs.

4.4.1 (MC 4410) *Amplitude de tension*

Le fonctionnement du Système doit rester conforme aux spécifications fonctionnelles lorsque celui-ci est alimenté successivement par les valeurs limites du domaine nominal de la tension.

4.4.2 (MC 4420) *Composante alternative*

Le fonctionnement du Système doit rester conforme aux spécifications fonctionnelles lorsque l'alimentation à courant continu présente une composante alternative égale à la valeur maximale spécifiée en D 2110.

Les spécifications particulières précisent la fréquence de cette composante.

4.4.3 (MC 4430) *Variation de tension continue*

Le comportement du Système est étudié dans les conditions suivantes :

Le Système est alimenté en tension continue égale à la limite supérieure du domaine nominal, puis soumise aux variations définies en D 2110, tableau I (variations accidentelles et annulation fugitive).

L'instant d'application des variations de tension est aléatoire. Deux variations successives sont espacées par une durée supérieure à 1 s.

Par ailleurs, lors d'une baisse lente de tension jusqu'à 0 V le Système ne doit pas donner d'indication ni d'ordre aberrants.

4.4.4 (MC 4440) *Interruption de tension alternative*

Les spécifications particulières peuvent indiquer le comportement du Système ; d'une part, pendant un manque de tension fugitif (en précisant la durée) ou permanent ; d'autre part, lorsque la tension retrouve une valeur du domaine nominal.

Si les spécifications particulières ne précisent rien, les essais portent sur une interruption de tension de 40 s qui ne doit pas entraîner de détérioration du Système (échauffement important dû à l'arrêt de la ventilation...).

4.4.5 (MC 4450) *Harmoniques*

Le Système est alimenté par la tension de référence sur laquelle sont superposés des harmoniques. Ces harmoniques sont de taux inférieur ou égal à la valeur spécifiée en D 2120 et de phase ajustable par rapport à la fondamentale.

Les spécifications particulières précisent les rangs des harmoniques pour lesquels des essais doivent être effectués ainsi que les circuits concernés.

Elles indiquent, en outre, le mode opératoire de l'essai.

4.4.6 (MC 4460) *Fréquence*

Le Système est alimenté par la tension nominale. La fréquence de cette alimentation est réglable entre les valeurs limites du domaine nominal.

Les spécifications particulières doivent indiquer le mode opératoire de l'essai ainsi que les circuits sur lesquels ce dernier doit être fait.

4.5 (MC 4500) *Influence de la température ambiante*

Le Système est placé dans une enceinte dont la température est modifiée par paliers, en respectant une vitesse maximale de variation inférieure à 20° C par heure, sauf spécification particulière. La durée de chaque palier doit être suffisante pour que le Système soit en équilibre thermique avec le milieu ambiant. Les mesures sont faites après cette stabilisation.

Les essais dans le domaine nominal de fonctionnement et dans le domaine limite d'utilisation sont effectués successivement aux températures suivantes :

T4, T2, 23° C, T3, T1, 23° C

- T1 et T2 sont respectivement les limites inférieure et supérieure du domaine nominal de la température ambiante.
- T3 et T4 sont respectivement les limites inférieure et supérieure du domaine limite de la température ambiante (voir. HN 46-R-01-4, paragraphe 2.4).

Les essais effectués aux paliers T3 et T4 permettent de noter, à titre indicatif, la dérive des caractéristiques du matériel essayé.

Tandis que les essais effectués aux paliers T1, T2 et 23° C permettent de vérifier que, lorsque la température ambiante reprend une valeur du domaine nominal de fonctionnement, le parfait état de fonctionnement du Système est spontanément obtenu.

Les spécifications particulières doivent indiquer s'il y a lieu de faire des contrôles du Système pendant la période où la température ambiante est modifiée pour passer d'un palier de température à l'autre.

Note :Les essais fonctionnels peuvent n'être effectués qu'aux températures du domaine nominal de fonctionnement (en excluant T3 et T4).

4.6 (MC 4600) *Influence sur les circuits d'entrée-sortie*

Le fonctionnement du Système est contrôlé lorsque les signaux d'entrée-sortie sont eux-mêmes soumis à des grandeur d'influence.

Les principales grandeurs à considérer sont les suivantes :

- amplitude du signal d'entrée,
- variation de l'impédance de source et de l'impédance de ligne ; déséquilibre de ces impédances,
- distorsion d'amplitude, de fréquence,
- impédance de charge,
- charge déséquilibrée,
- protection contre les courts-circuits en sortie,
- parasites à haute fréquence (voir essai au paragraphe suivant).

Les spécifications particulières doivent indiquer les grandeurs d'influence à prendre en compte, le domaine de variation de ces grandeurs et les limites dans lesquelles les caractéristiques fonctionnelles du Système peuvent varier en fonction de ces grandeurs. Elles doivent en outre préciser les modalités de l'essai.

4.7 *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

Les essais décrits ci-après sont destinés à vérifier l'aptitude d'un matériel donné à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante.

Les essais de CEM sont décrits par les normes CEI suivantes :

- série 1000 et 801 pour les équipements industriels en général,
- série 255 pour les équipements particuliers de protections et d'automatismes de réseaux.

Trois types d'essais sont prévus :

- essais de susceptibilité aux perturbations conduites,
- essais de susceptibilité aux perturbations rayonnées,
- essais de susceptibilité aux décharges électrostatiques.

4.7.1 (MC 4700) *Susceptibilité aux perturbations conduites*

4.7.1.1 (MC 4710) *Généralités*

- Les essais sont effectués dans les conditions atmosphériques normales, sur des appareils alimentés et en fonctionnement normal.
- Pour les essais la masse est constituée :
  a) dans le cas d'appareils à enveloppe conductrice, par l'enveloppe, à laquelle est reliée la borne de masse éventuelle s'il y a lieu,
  b) dans le cas d'appareils à enveloppe isolante par une surface métallique plane sur laquelle est fixé l'appareil par ses moyens normaux de fixation (si l'appareil est destiné à être monté sur un panneau isolant, on peut interposer entre l'appareil et la plaque un dispositif isolant d'une épaisseur de 1 cm) ; les éventuelles pièces conductrices accessibles, ainsi que la borne de masse éventuelle sont connectées à cette plaque.
- Dans le cas d'appareils en plusieurs boîtiers, ces derniers sont connectés entre eux de la même manière qu'en utilisation.

Les dispositifs d'antiparasitage éventuels ne doivent pas être déconnectés pendant les essais.

4.7.1.2 *Essais à l'onde oscillatoire amortie*

Les méthodes et conditions d'essai ainsi que les tensions d'essai sont spécifiées par les normes CEI 1000-4-12 (actuellement 77B(Sec.)116; voir également CEI 1000-4-1, paragraphe A.2.4.1 et CEI 255-22-1).

Toutefois, pour les systèmes de protection, par dérogation à la CEI 255-22-1, les valeurs des pseudo-fréquences de la tension d'essai sont choisies par EDF entre 0,1 MHz et 10 MHz. Les essais comporteront a minima un essai de 1 MHz avec une cadence de répétition des chocs de 300 à 500 chocs par seconde.

Le deuxième essai, s'il est spécifié, sera fait à 100 kHz avec une cadence de répétition d'environ 40 chocs par seconde.

La forme d'onde, l'impédance de source, les procédures, les tolérances des essais sont précisés par la norme CEI 255-22-1.

La longueur des conducteurs de raccordement entre le générateur et le système en essai ne doit pas dépasser 2 m.

Les essais sont réalisés en mode commun et en mode différentiel. Ils ne sont pas effectués aux bornes de circuits à contact ouvert.

Les classes de sévérité sont indiquées dans le tableau II "EMC perturbations conduites".

Sanctions : voir 4.7.4.

4.7.1.3 *Essais de susceptibilité aux impulsions transitoires rapides*

Les spécifications d'essai des normes CEI 1000-4-4 (actuellement 801-4) sont applicables aux équipements électroniques industriels autres que les protections et automatismes de réseau dont les spécifications d'essai sont décrites par la norme CEI 255-22-4.

La classe d'essai des protections est la classe 3 pour les équipements "transport" et la classe 4 pour le matériel "distribution".

Le générateur de test ainsi que le mode de raccordement à ce dernier avec l'équipement à tester sont définis par les paragraphes 6.1, 6.2 et 6.3 de la norme CEI 801-4. Les essais sont effectués sur l'équipement en état normal de fonctionnement. Les conditions et procédures d'essai sont décrites par les normes.

Les perturbations transitoires sont appliquées sur les entrées "alimentation auxiliaire" ainsi que sur les entrées des grandeurs de mesure (U et I) dans les cas des protections et automatismes de réseau.

Les perturbations transitoires peuvent être éventuellement appliquées à d'autres entrées ou sorties.

Dans ce cas ces essais font l'objet de spécifications particulières.

Les classes de sévérité sont indiquées dans le tableau II "EMC - Perturbations conduites".

Tableau II - EMC - Perturbations conduites

	Sévérité		Environnement/circuit
Onde oscillatoire amortie : CEI 1000-4-12 (actuellement 77B(Sec.)116)	3	(2,5/1 kV)(1)	- circuits issus des TC, TT, TCT - auxiliaires CC et CA - circuits de déclenchement
	2	(1/0,5 kV)	filerie bâtiment industriel si séparée galv. des circuits situés en zône perturbée
	1	(0,5/0,25 kV)	circuits en zone peu perturbée et séparés par des interfaces appropriées
Trans. électriques rapides en salves (TER/S) : CEI 1000-4-4 (≡ CEI 801-4 1988)	4	(4/2kV)(2)	- DEPT : au pied appareillages HT - DEGS : tous emplacements
	3	(2/1kV)	- DEPT : BC, BR
	2	(1/0,5kV)	- DEPT : autres emplacements
	1	(0,5/0,25kV)	

(1) (MC/MD)

(2) - le premier chiffre est relatif aux alim., circuits TC, TT et TCT, fileries connectées à des contacteurs de puissance,
- le second chiffre est applicable aux circuits découplés par relais.

4.7.2 (MC 4800) *Essais de susceptibilité aux perturbations rayonnées*

4.7.2.1 *Généralités*

L'objet de ces essais de susceptibilité est de vérifier que l'équipement testé continue à fonctionner correctement lorsqu'il est en fonctionnement et soumis à un champ électromagnétique issu soit des installations électriques elles-mêmes (50 Hz), soit d'émetteur fixe ou d'émetteurs récepteurs portatifs (HF).

Ces essais sont à effectuer sur les équipements susceptibles d'être soumis à un rayonnement électromagnétique significatif parce qu'ils sont situés à proximité de conducteurs parcourus par de forts courants (quelques mètres), d'émetteurs de radio-télévision puissants (< 1 km), ou d'émetteur-récepteurs portables pouvant être utilisés très près des équipements (< 1 m).

Les essais aux perturbations rayonnées permanentes sont précisés dans les paragraphes ci-après.

Les essais aux perturbations rayonnées transitoires sont à l'étude.

Tableau III - EMC - Perturbations rayonnées

	Sévérité		Environnement
Champ magnétique à 50 Hz : CEI 1000-4-8	5	cd : 1000 A/m perm : 100 A/m	à proximité appareillage HT
	4	cd : 300 A/m perm : 30 A/m	à proximité appareillage MT à proximité appareillage HT
	3	perm : 10 A/m	à proximité appareillage MT
	2	perm : 3 A/m	
	1	perm : 1 A/m	
Champ électro-magnétique HF : CEI 1000-4-3 (≡ CEI 801-3 rév.) actuellement 65A/77(Sec.)135/100	S	100 V/m	
	4	30 V/m	Cas exceptionnel
	3	10 V/m	A proximité immédiate d'un émetteur puissant
	2	3 V/m	Utilisation de walkies talkies à proximité de l'équipement
	1	1 V/m	

4.7.2.2 *Essais de susceptibilité aux champs électromagnétiques permanents à 50 Hz*

Les méthodes et conditions d'essai sont données par la norme CEI 1000-4-8.

Les sévérités sont indiquées dans le tableau III "EMC Perturbations rayonnées".

4.7.2.3 *Essai de susceptibilité aux champs électromagnétiques permanents HF*

Les méthodes et conditions d'essai sont précisées par la norme CEI 801-3 (révisée) pour les équipements industriels autres que les protections de réseau dont les spécifications d'essais sont décrites par la norme CEI 255-22-3.

Cette dernière norme précise la procédure de choix de la classe d'essai en décrivant les situations où l'intensité de champ électromagnétique des différentes classes, peuvent être rencontrées. Par ailleurs l'Annexe A de la norme CEI 801-3 fournit des informations plus précises sur les valeurs de champs HF probables en fonction de la distance et de la puissance d'émission.

La norme 255-22-3 indique trois méthodes d'essais, A, B et C. La méthode d'essai C plus simple quoique moins précise, sera préférée aux méthodes A et B qui exigent des moyens d'essai importants.

Les sévérités sont indiquées dans le tableau III "EMC Perturbations rayonnées".

Les sanctions sont précisées en 4.7.4.

4.7.3 *Essai de susceptibilité aux décharges électrostatiques*

4.7.3.1 *Généralités*

Tout équipement électronique peut d'une manière ou d'une autre être affecté par des décharges électrostatiques appliquées directement ou indirectement par le corps humain.

L'objet des essais est de vérifier que l'équipement n'est pas perturbé par de telles décharges sur l'enveloppe et sur tous points métalliques accessibles en service normal.

Ce type d'essai est applicable à tous types d'équipement électronique.

4.7.3.2 *Spécifications d'essai*

Les méthodes et conditions d'essai sont précisées par la norme CEI 1000-4-2 (actuellement 801-2) pour les équipements industriels autres que les protections de réseau qui relèvent de la norme CEI 255-22-2.

Le choix des classes de sévérité est indiqué dans les normes.

Les classes de sévérité sont présentées dans le tableau IV "EMC - Décharges électrostatiques".

Le générateur de décharge est décrit dans la norme CEI 801-2.

Tableau IV - EMC - Décharges électrostatiques

	Sévérité		Environnement
Décharges électrostatiques :	4	(8/15kV)	Locaux courants sans contrôle d'humidité
CEI 1000-4-2(≡ CEI 801-2 1991)	3	(6/8kV)	Locaux spécialisés avec contrôle d'humidité
	2	(4/4kV)	
	1	(2/2kV)	
Le premier chiffre entre () est relatif à l'essai au contact, l'autre à la décharge dans l'air			

4.7.4 *Sanctions des essais de susceptibilité*

4.7.4.1 *Essais de susceptibilité à des perturbations permanentes (champ électromagnétique 50 Hz et HF)*

- Pour les protections et équipements de mesure, on vérifie que l'application des perturbations n'introduit pas une erreur de mesure supérieure à celle spécifiée par le constructeur pour ce type d'essai. Si le constructeur ne fournit aucune indication à ce sujet, l'erreur maximale admise sera prise égale au double de l'erreur de mesure spécifiée dans les conditions de référence.
- Pour les autres types d'équipements, on vérifie que l'application des perturbations ne modifie pas le fonctionnement de l'équipement.

4.7.4.2 *Essais de susceptibilité aux perturbations transitoires (onde oscillatoire amortie, impulsions rapides)*

Quelque soit le type d'équipement, on vérifie que l'application des perturbations n'introduit pas de dysfonctionnement de l'équipement (absence de défaillance et de fonctionnement intempestif). Cependant des signalisations transitoires erronées peuvent être tolérées.

5 (MC 5000) Contrôles de l'influence du matériel sur l'environnement

5.1 (MC 5100) *Influence électrique*

Les essais suivants sont réalisés dans les conditions normales de mesure (tolérances larges) (voir 1.2.1).

Si lors des essais le Système n'est pas complet, le compte rendu d'essai doit préciser la constitution exacte de celui-ci.

5.1.1 (MC 5110) *Puissance absorbée*

5.1.1.1 (MC 5111) *Alimentation auxiliaire à courant continu*

Modalités

Sont contrôlés :

- la puissance absorbée par chaque dispositif d'alimentation à la valeur nominale de la tension, le Système étant raccordé et en fonctionnement.
- le rendement de chaque dispositif d'alimentation, si la puissance de ce dernier est supérieure ou égale à 30 W. Cette mesure est faite à la tension nominale.

Sanction

La puissance doit être égale à la valeur spécifiée, ou à défaut à celle déclarée par le Fournisseur.

Le rendement mesuré ne doit pas être inférieur à la valeur minimale imposée (voir HN 46-R-01-4, paragraphe 3.1.1.1).

Note : Si les bornes de sortie ne sont pas accessibles, le Fournisseur doit préciser les démontages à effectuer pour faire la mesure. Ces manipulations peuvent être faites par le Fournisseur ou en sa présence.

5.1.1.2 (MC 5112) *Alimentation auxiliaire à courant alternatif*

Modalités

Si les spécifications particulières le précisent, la puissance absorbée par le Système alimenté est contrôlée à la valeur nominale de la tension. Cette valeur est donnée en VA et en W.

Les spécifications particulières doivent en outre préciser s'il y a lieu de mesurer les puissances absorbées dans certains modes particuliers de fonctionnement.

Sanction

Celle-ci est précisée dans les spécifications particulières.

5.1.1.3 (MC 5113) *Circuits analogiques*

Modalités

Circuits tension : mesure de la puissance absorbée, sous la tension nominale, en régime permanent. Préciser la puissance en W, en VA et si elle est inductive ou capacitive.

Circuits courant : mesure de la puissance absorbée, à l'intensité nominale, en régime permanent.

Les spécifications particulières peuvent prévoir des essais dans des conditions spéciales.

Sanction

Les spécifications particulières indiquent les valeurs à ne pas dépasser (puissance de précision des réducteurs de mesure dont on dispose...).

5.1.2 (MC 5120) *Appel courant à la mise sous tension des circuits*

Les caractéristiques des sources, nécessaires pour effectuer les mesures de courant d'appel, doivent être telles que pendant toute la durée de l'essai la tension aux bornes de la source ne soit jamais inférieure à 90 % de la tension nominale.

5.1.2.1 (MC 5121) *Alimentation auxiliaire à courant continu*

Modalités

Mesure du courant d'appel absorbé par chaque dispositif d'alimentation lors de sa mise sous tension à la valeur nominale et à la limite supérieure du domaine de la tension, le Système étant raccordé.

Sanction

Le courant mesuré doit rester égal ou inférieur à la valeur nominale admissible définie au D 3121 ou à défaut à la valeur déclarée par le Fournisseur.

5.1.2.2 (MC 5122) *Alimentation auxiliaire à courant alternatif*

Les spécifications particulières précisent s'il y a lieu de mesurer le courant d'appel absorbé par le Système lors de sa mise sous tension, en indiquant les modalités ainsi que les sanctions.

5.1.2.3 (MC 5123) *Circuits analogiques*

Les spécifications particulières précisent s'il y a lieu de mesurer le courant d'appel absorbé lors de la mise sous tension de ces circuits, en indiquent les modalités ainsi que les sanctions.

5.1.3 (MC 5130) *Contrôle de la forme des courants absorbés par le Système*

5.1.3.1 (MC 5131) *Alimentation auxiliaire à courant continu*

Modalités

Mesure de la composante alternative du courant continu absorbé (inférieure ou égale à 1 MHz) à l'aide d'un shunt non inductif. La chute de tension aux bornes du shunt ne doit pas excéder 0,15 V pour le courant absorbé par le Système.

Sanction

La valeur crête à crête de la composante alternative doit être inférieure à la plus forte des valeurs suivantes :

150 mA ou 0,3 I

I étant la valeur moyenne du courant absorbé dans les conditions de l'essai.

5.1.3.2 (MC 5132) *Alimentation auxiliaire à courant alternatif*

Les spécifications particulières précisent s'il y a lieu de mesurer le facteur de distorsion. Celles-ci indiquent alors les mesures à faire, les conditions d'essais et la sanction.

5.1.3.3 (MC 5133) *Circuits de tension*

Modalités

Mesure du facteur de forme : $\frac{\text{valeur de crête}}{\text{valeur efficace}}$

Sanction

Sauf prescription contraire, indiquée dans les spécifications particulières, ce facteur de forme doit être inférieur à 5 (voir HN 46-R-01-4, paragraphe 3.1.3.3).

5.1.3.4 (MC 5134) *Autres circuits d'entrée-sortie (sauf circuits de courant)*

Les spécifications particulières précisent s'il y a lieu de contrôler la forme des courants absorbés par ces circuits. Celles-ci indiquent alors les mesures à faire, les conditions d'essais et la sanction.

5.1.4 (MC 5140) *Contrôle des surtensions à haute fréquence (valeurs de crête) dues au Système alimenté*

Vérifier que les circuits internes du Système n'émettent aucune surtension impulsionnelle ou oscillatoire amortie à haute fréquence d'amplitude supérieure aux valeurs spécifiées.

La mesure est effectuée, en mode commun et en mode différentiel, en plaçant une inductance de 50 µH entre chaque conducteur d'alimentation et le Système.

Dans le cas particulier des bobines de relais commandées par un contact extérieur au Système, les surtensions peuvent être influencées par le type de contact utilisé. il faut s'assurer alors que le Fournisseur a pris des dispositions pour limiter le niveau de ces surtensions en procédant à l'essai suivant :

- la bobine de relais étant commandée par un contact mouillé au mercure[1], l'amplitude maximale de la surtension relevée aux bornes de la bobine doit être inférieure au double de la valeur spécifiée au D 3140, soit :

  200 V pour les circuits d'alimentation 48 V,
  500 V pour les circuits d'alimentation 125 V.

5.2 (MC 5200) *Influence des champs rayonnés*

(A l'étude).

5.3 (MC 5300) *Influence mécanique*

Contrôler que l'influence mécanique du Système sur l'environnement est conforme aux indications données dans les spécifications particulières.

5.4 (MC 5400) *)Influence acoustique*

(A l'étude).

[1] Ce type de contact assure la coupure de courant sans réamorçage.

6 (MC 6000) Essais climatiques et de robustesse mécanique

Sauf indication contraire dans les spécifications particulières :

- l'ordre d'exécution des essais est celui qui est donné ci-après,

Les spécifications particulières indiquent les mesures à effectuer sur le Système après une reprise de 3 heures.

6.1 (MC 6100) *Essai de froid*

Cet essai est défini par la publication CEI 68-2-1 avec les spécifications particulières suivantes :

Tableau V

Conditions d'essai	Classes climatiques					
	1	2	3	4	5	6
Essais de stockage (Variation lente: A b)						
Température	-25°C	-25°C	-25°C	-25°C	-40°C	-40°C
Durée (heures)	16	72	72	72	72	96
Essais de fonctionnement (Variation lente: A d)						
Température	-	-	-	-	-	-40°C
Durée (heures)	-	-	-	-	-	2 heures

6.2 (MC 6200) *Essai de chaleur sèche*

Cet essai est défini par la publication CEI 68-2-2. avec les spécifications particulières suivantes :

Tableau VI

Conditions d'essai	Classes climatiques					
	1	2	3	4	5	6
Epreuve de stockage (Variation lente: B b)						
Durée (heures)	16	16	16	96	96	96
Température	+70°C	+70°C	+70°C	+70°C	+70°C	+70°C
Epreuve de fonctionnement (Variation lente: B d)						
Durée (heures)	-	-	-	-	-	24
Température	-	-	-	-	-	+70°C

6.3 (MC 6300) *Essai de chaleur humide*

Parmi les trois essais suivants, les spécifications particulières indiquent celui qu'il convient d'appliquer au Système.

6.3.1 (MC 6310) *Essai continu*

Cet essai met en évidence un vieillissement lié au taux d'humidité. Il s'applique essentiellement aux Systèmes électroniques.

Cet essai est défini par la publication CEI 68-2-3. avec la spécification suivante :

Tableau VII

Conditions d'essai	Classes climatiques					
	1	2	3	4	5	6
Epreuve de stockage						
Température	-	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C
Durée (jours)	-	10	10	10	10	21
Taux d'humidité	-	93% ± 3%	93% ± 3%	93% ± 3%	93% ± 3%	93% ± 3%
Contrôle en cours d'essai	-	-	-	-	-	X

X: Test à définir dans le cadre d'une spécification particulière

6.3.2 (MC 6320) *Essai accéléré*

Cet essai met en jeu des mécanismes de vieillissement liés à la condensation et à l'évaporation cyclique de l'eau, qui se traduisent, en particulier, par des phénomènes de corrosion. Cet essai s'applique essentiellement aux Systèmes de volume réduit ou à des sous-ensembles de Systèmes volumineux.

L'essai accéléré de chaleur humide est défini par la publication CEI 68-2-4.

Les spécifications particulières indiquent la classe climatique à retenir :

Tableau VIII

Conditions d'essai	Classes climatiques					
	1	2	3	4	5	6
Température	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C
Durée (nombre de cycles)	1	1	1	2	2	6
Taux d'humidité min. à la température max	93%	95%	95%	95%	95%	95%

L'essai est effectué matériel non alimenté

6.3.3 (MC 6330) *Essai cyclique*

Cet essai s'applique essentiellement aux matériels électro-mécaniques volumineux ayant des inerties thermiques importantes.

Les modalités de l'essai sont les suivantes :

Tableau IX

Essai cyclique composite de chaleur humide (CEI 68-2-38)						
Conditions d'essai	Classes climatiques					
	1	2	3	4	5	6
Température min. *	-	25°C	25°C	25°C	25°C	-10°C
Température max. *	65°C	65°C	65°C	65°C	65°C	65°C
Taux d'humidité à la température max.	-	93% ± 3%	93% ± 3%	93% ± 3%	93% ± 3%	93% ± 3%
Durée de l'essai en jours	-	4	4	10	10	10

L'essai est effectué matériel non alimenté

* d'un cycle élémentaire de 8 heures

6.4 (MC 6400) *Essai de variation de température*

Cet essai est défini par la publication CEI 68-2-14. Il s'applique surtout aux constituants ou sous-ensembles et n'est pas à retenir, sauf cas particulier, pour le gros matériel :

Tableau X

Conditions d'essai	Classes climatiques					
	1	2	3	4	5	6
Température min T_A	-	-5°C	-10°C	-25°C	-25°C	-40°C
Température max T_B	-	+45°C	+55°C	+55°C	+55°C	+70°C
Durée d'expostion* à une temperature donnée en heures	-	0,5 à 3	0,5 à 3	0,5 à 3	0,5 à 3	0,5 à 3
Nombre de cycles	-	2	5	5	5	5

L'essai est effectué matériel non alimenté

* La durée d'exposition est fonction de la taille de l'équipement: 0,5 heures pour les petits appareils, 3 heures pour les équipements de taille importante suivant les indications des spécifications particulières.

6.5 (MC 6500) *Autres essais d'environnement*

En fonction des caractéristiques particulières d'utilisation, il peut-être envisagé d'appliquer d'autres essais d'environnement (brouillard salin, moisissures...).

Il est alors conseillé de faire référence aux essais correspondants décrits dans les normes CEI de la série 68-2--

6.6 (MC 6600) *Essai de vibrations mécaniques , de chocs et de secousses*

Ces essais sont à réaliser sur des équipements qui seront amenés à subir des vibrations, chocs ou secousses pendant leur fonctionnement ou pendant leur transport.

6.6.1. *Essais de vibrations sinusoïdales*

Ces essais sont décrits par les publications CEI 68-2-6 et 255-21-1. Cette dernière norme est plus particulièrement destinée aux relais de mesure, dispositifs de protection et automatismes de réseau.

La plage standard d'essai en fréquence est 10Hz - 150Hz. Dans cette plage les essais sont réalisés soit à accélération constante sur toute la plage soit à amplitude constante jusqu'a F_T (Fréquence de transfert) et à accélération constante au delà de F_T. Pour répondre à certains cas particulières 2 plages optionnelles sont définies :

- une plage de fréquences basses de 1Hz à 10Hz. Dans cette plage les essais sont réalisés à amplitude constante
- une plage de fréquences hautes de 150Hz à 500Hz. Dans cette plage les essais sont réalisés à accélération constante.

2 types d'essais sont définis :

- essais de tenue aux vibrations (endurance) avec préalablement une recherche éventuelle de résonances propre (équipement non alimenté)
- essai de comportement aux vibrations de l'équipement en fonctionnement.

6.6.1.1 *Essais de tenue*

Si le système est muni de dispositifs anti-vibratoires, l'essai est réalisé avec ces dispositifs. Les essais de tenue peuvent être précédés d'une phase de recherche de résonances propres.

Pour cette phase de recherche, les vibrations sont appliquées au système en procédant à un balayage en fréquence en prenant la classe d'essai 1 du tableau XI ci-dessous. Cet essai est répété pour chacune des 3 directions de référence.

TABLEAU XI
Paramètres d'essai de tenue aux vibrations

	Fréquences basses 1Hz à 10Hz	Fréquences standard 10Hz à 150Hz	Fréquences hautes 150Hz à 500Hz
Classe d'essai	Amplitude du déplacement valeur crête en mm	Accélération valeur crête en g_n	Accélération valeur crête en g_n
1	1,5	0,5	0,5
2	3,5	1	1
3	7,5	2	2
Exceptionnelle	15	5	5

Si aucune résonance importante n'a été observée, les essais d'endurance peuvent être réalisés en procédant à 20 balayages en fréquence répétés pour chacune des 3 directions (vitesse de balayage 1 minute par octave). La classe d'essai est choisie en fonction des conditions d'emploi du matériel (voir publication CEI 68-2-6)

Si une résonance est observée, un essai de tenue à la fréquence critique doit être réalisé. De même si le système est sollicité en permanence par des vibrations à une fréquence donnée des essais d'endurance à cette fréquence doivent être réalisés.

6.6.1.2. *Essais de comportement aux vibrations*

Ce type d'essai est destiné tout particulièrement aux relais de mesure, dispositifs de protection et automatismes.

La procédure d'essai ainsi que les critères de choix d'essai et d'acceptation sont définis par la norme CEI 255-21-1 . Les paramètres de l'essai sont données par le tableau XII ci-après.

TABLEAU XII

Paramètres de l'essai de comportement aux vibrations pour les différentes classes de sévérité

Classes	Amplitude du déplacement au dessous de la fréquence de transfert valeur crête en mm	Accélération au dessous de la fréquence de transfert (valeur de crête) g_n	Nombre de cycles de balayage sur chaque axe
1	0,035	0,5	1
2	0,075	1	1

Plage de balayage de fréquence : 10Hz à 150Hz - Fréquence de transfert : 57Hz à 62Hz

6.6.2. *Essais de chocs et secousses*

Ces essais sont définis par les publications CEI 68-2-27, CEI 68-2-29 et CEI 255-21-2. La forme des impulsions utilisées est une demi-période d'une onde sinusoïdale.

6.6.2.1 *Essais de chocs*

Les essais de comportement aux chocs d'un équipement en fonctionnement sont applicables aux relais de mesure, dispositifs de protection et automatismes. Les paramètres des essais de comportement aux chocs sont données par le tableau XIII ci-après :

TABLEAU XIII

Paramètres de l'essai de comportement aux chocs pour les différentes classes de sévérité

Classe	Accélération crête (g_n)	Durée de l'impulsion (ms)	Nombre d'impulsions		
			Dans chaque direction	**ou**	selon chaque axe
1	5	11	3		6
2	10	11	3		6
3*	15	11	3		6

* Classe à n'utiliser que dans les cas exceptionnels où l'équipement subit en fonctionnement des chocs importants.

Les essais de tenue aux chocs sont applicables, à tous types d'équipements. Les paramètres de ces essais, dérivés de la norme CEI 255-21-2 sont précisés dans le tableau XIV ci-après :

TABLEAU XIV

Paramètres de l'essai de tenue aux chocs pour les différentes classes de sévérité

Classe	Accélération crête (g_n)	Durée de l'impulsion (ms)	Nombre d'impulsions		
			Dans chaque direction	**ou**	selon chaque axe
1	15	11	3		6
2	30	11	3		6
3	50	11	3		6

6.6.2.2 *Essais de secousses*

Les essais de secousses décrits par la norme 255-21-2 sont applicables à tous types d'équipement. Les paramètres de ces essais sont précisés dans le tableau XV ci-après :

TABLEAU XV

Paramètres de l'essai de secousses pour les différentes classes de sévérité.

Classe	Accélération crête (g_n)	Durée de l'impulsion (ms)	Nombre d'impulsions	
			Dans chaque direction **ou**	selon chaque axe
1	10	16ms	1000	2000
2	20	16ms	1000	2000
3	40	6ms	1000	2000

6.7 (MC 6700) *Essai de chute libre*

Cet essai est décrit par la publication CEI 68-2-32 Les spécifications de l'essai sont les suivantes :

- l'appareil est emballé selon les prescriptions du fournisseur,
- la surface de l'emballage, entrant en contact avec le sol est la surface sur laquelle repose normalement l'emballage; si l'emballage ne comporte aucune caractéristique (inscription, forme particulière) permettant de connaître cette surface, l'essai est fait successivement sur toutes les faces de l'emballage
- la hauteur de chute est précisée dans le tableau XVI ci-après :

TABLEAU XVI

Hauteurs de chute de l'essai de chute libre pour les différentes classes de sévérité

	Poids de l'équipement emballé	
Classe	≤ 100 Kg	> 100 Kg
1	25 cm	10 cm
2	120 cm	60 cm

6.8 (MC 6800) *Vérification du degré de protection des enveloppes*

Il est vérifié que le Système satisfait au degré de protection donné par les spécifications particulières en effectuant les essais correspondants définis dans la norme NF C 20-010 (voir HN 46-R-01-5, 3.3.1).

7 (MC 7000) Essais de fonctionnement prolongé

Cet essai permet de compléter très utilement les renseignements obtenus par les essais de vieillissement. Il permet ainsi de mettre en évidence de façon plus complète les dégradations amorcées par les essais précédents.

Les modalités des essais fonctionnels sont déterminées par la nature des matériels. Les conditions d'essais (alimentation, température) sont prises de telle sorte que les contraintes soient maximales.

La durée de l'essai est au minimum de 20 jours. La sanction des essais doit être la constatation d'un fonctionnement conforme à la spécification particulière.

8 (MC 8000) Reprise du contrôle technologique et des essais fonctionnels

Cette reprise a pour but de contrôler le bon fonctionnement du Système à l'issue des essais climatiques, de robustesse mécanique et de fonctionnement prolongé.

Elle consiste, après un contrôle technologique partiel, à reprendre certains essais fonctionnels. Les résultats et valeurs obtenus sont à comparer à ceux relevés avant les essais climatiques de robustesse mécanique et de fonctionnement prolongé. Ils doivent satisfaire en tous points aux spécifications fonctionnelles.

Les spécifications particulières précisent les essais fonctionnels à effectuer. Le contrôle technologique porte principalement sur les points suivants :

- aspect général : déformations éventuelles d'éléments mécaniques,
- peinture et revêtements anticorrosion : oxydation éventuelle des parties métalliques,
- matières plastiques : souplesse des gaines isolantes des conducteurs, aspect des pièces isolantes ou autres telles que glissières, butées ...,
- contacts : aspect des contacts (connecteurs, commutateurs, relais ...), traces d'oxydation éventuelles,
- cartes : aspects, déformations éventuelles,
- contrôle de la facilité du débrochage et de l'embrochage des éléments amovibles (connecteurs, cartes...), vérification du guidage de ces éléments,
- tiroirs : contrôle de la facilité des manoeuvres d'ouverture et de fermeture,
- inscriptions et repérages : lisibilité, décollages éventuels,
- essais diélectriques : résistance d'isolement et tenue diélectrique.